Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6128, succursale Centre-ville
Montréal QC H3C 3J7 Canada

Telephone : (514) 343-7575
Telecopieur : (514) 343-7121

crt@crt.umontreal.ca
www.crt.umontreal.ca

HEC MONTRÉAL · ÉCOLE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL · Université de Montréal

CRT-2002-31

Centre de recherche sur les transports (C.R.T.)
Centre for Research on Transportation

ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DU PORT DE LA CEINTURE DE SÉCURITÉ À LA RÉDUCTION DU NOMBRE DE DÉCÈS AU QUÉBEC

par

François Bellavance
Denis Larocque
Claire Laberge-Nadeau
Urs Maag
Issouf Traoré
Abdelnasser Saïdi

Septembre 2002

103-06344/

PUBLICATION
CRT-2002-31

ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DU PORT DE LA CEINTURE DE SÉCURITÉ À LA RÉDUCTION DU NOMBRE DE DÉCÈS AU QUÉBEC*

par

François Bellavance[1,2]
Denis Larocque[1,2]
Claire Laberge-Nadeau[2,3]
Urs Maag[3,4]
Issouf Traoré[2]
Abdelnasser Saïdi[2]

* Cette recherche a bénéficié d'une aide financière provenant de l'action concertée du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), du ministère des Transports du Québec (M.T.Q.) et de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), dans le cadre du programme de recherche universitaire en sécurité routière.

[1] Service de l'enseignement des méthodes quantitatives de gestion, HEC Montréal, 3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal (Québec) Canada H3T 2A7
[2] Laboratoire sur la sécurité des transports du Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) Canada H3C 3J7
[3] Département de médecine sociale et préventive, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) Canada H3C 3J7
[4] Département de mathématiques et de statistique, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) Canada H3C 3J7

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada, 2002

RÉSUMÉ

Selon les bilans de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), la province comptait 1 792 décès sur les routes en 1979 contre 759 en 1999, une diminution de 57,6%, tandis que le taux de port est passé de 42,6% en 1979 à 94,9% en 1999. En plus de la ceinture, divers autres facteurs ont contribué à ces gains depuis vingt ans, que l'on pense à la construction de véhicules plus sécuritaires ou à la lutte contre l'alcool au volant. Par ailleurs, malgré qu'il y ait actuellement moins de 6% des conducteurs qui ne portent pas la ceinture, la SAAQ rapporte que cette proportion de non ceinturés atteint 30% chez les conducteurs décédés dans un accident. L'objectif principal de ce projet de recherche était donc d'isoler et de mesurer l'impact de l'augmentation du port de la ceinture de sécurité sur la réduction du nombre de décès au Québec.

En premier lieu, une recherche systématique de la littérature a été faite pour identifier toutes les études publiées entre 1979 et 2000 qui traitaient de la ceinture de sécurité et de sa contribution à la réduction des décès lors d'un accident de la route. Un total de 25 études ont été retenues car elles satisfaisaient les critères d'inclusion pour la revue systématique : i) publiée en français ou en anglais; ii) publiée entre 1979 et 2000; iii) la présence dans les écrits publiés des nombres d'occupants décédés et non décédés avec et sans ceinture de sécurité. Le calcul de l'effet moyen de la ceinture de sécurité de ces 25 études nous indique qu'un occupant non-porteur de la ceinture de sécurité a 3 fois plus de chance de décéder des suites d'un accident de la route qu'un occupant qui porte la ceinture. Il faut toutefois noter que l'estimation de cet effet varie beaucoup d'une étude à l'autre. La période de l'étude (pour la plupart avant 1990), la fonction de l'occupant et la source des données expliquent une partie de cette variabilité observée entre les études.

Des analyses du nombre annuel d'occupants d'un véhicule automobile décédés des suites d'un accident de la route entre 1979 et 1999 au Québec et de son lien avec le taux de port de la ceinture indiquent qu'une augmentation de 1% du taux de port de la ceinture est associée à une diminution moyenne de 8.5 décès annuellement. Ce résultat donne cependant une idée approximative de l'effet bénéfique du port de la ceinture sur une longue période de 21 ans. La nature de la relation a cependant changé depuis 1990, moment où le taux de port de la ceinture de sécurité a atteint et est demeuré au delà de la barre des 90%. Cela coïncide avec l'obligation pour les passagers arrières de boucler leur ceinture de sécurité, une augmentation du montant de l'amende pour non-port de la ceinture de sécurité, et l'inscription de deux points d'inaptitude au dossier de conduite. Par conséquent, dans le contexte récent d'un taux de port supérieur à 90%, ce nombre de 8.5 semble sous estimer la vraie valeur du nombre de vies sauvées en moyenne pour les années à venir.

Une analyse plus fine des données des fichiers informatisés de la SAAQ sur les 1 663 631 occupants de 5 ans et plus des véhicules automobiles ou camions légers impliqués dans un accident de la route avec au moins un blessé au Québec entre 1978 et 1999, montre que le non-port de la ceinture augmente le risque de décès d'un facteur égal à 4.8. Cette mesure d'efficacité est plus grande que la moyenne de 3 obtenue pour la revue systématique de la littérature. Cette différence peut s'expliquer en partie par la plus longue période de l'étude, surtout à cause de l'inclusion des années 1990 à 1999 où les taux de port sont très élevés (plus de 90%). En effet, en ne considérant que les données les plus récentes, soit les données pour la période 1994-1999 où le taux de port est

très élevé et à peu près stable à 94%, le non-port de la ceinture augmente le risque de décéder dans un accident d'un facteur de 6.4. Ainsi, un occupant non-ceinturé a en moyenne 6.4 fois plus de chance de décéder des suites d'un accident de la route qu'un occupant qui porte sa ceinture de sécurité. Ces derniers résultats suggèrent un effet accru de la ceinture de sécurité avec les améliorations et les nouvelles technologies que connaissent les véhicules récents en matière de sécurité, comme par exemple la présence des coussins gonflables.

Les résultats de cette étude sur une période de plusieurs années démontrent très clairement l'efficacité de la ceinture de sécurité à la diminution du risque de décès d'un occupant d'un véhicule automobile ou camion léger victime d'un accident de la route. Les données des fichiers de la SAAQ ont permis d'estimer le nombre de vies annuellement sauvées si le taux de port avaient été de 1% plus élevé pour chacune des années considérées dans l'étude. Cette estimation est faite sous l'hypothèse que les caractéristiques des accidents des non-ceinturés et des ceinturés sont en moyenne comparables. Ainsi, le nombre total de vies sauvés au cours des dix dernières années où les taux de port étaient supérieurs à 90%, est estimé à 245 en supposant un taux de port de 1% plus élevé à chaque année. La moyenne du nombre de vies sauvées annuellement pour les 10 dernières années est donc estimé à 24.5.

Mots-clés : taux de port, taux de décès, efficacité, genres d'accidents, méta-analyse, fonction de l'occupant, rapport de cotes, rapport de police.

SUMMARY

From the annual reports of the Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), we can find that there were 1 792 deaths on the Québec roads in 1979 compared to 759 in 1999, a reduction of 57,6%. Meanwhile, the rate of safety belt use in Québec raised from 42,6% in 1979 to 94,9% in 1999. Beside the safety belts, other factors such as the conception of safer motor vehicles and the battle against drinking and driving, have contributed to this reduction of the number of deaths over the past twenty years. However, even though less then 6% of drivers are not using their seat belt, the SAAQ reports that this rates reaches 30% in drivers who died in car crashes. The main goal of this research project was to isolate and measure the impact of the increase of the safety belt use in the reduction of the number of deaths from road crashes in the province of Québec.

A systematic literature review was first done to identify all studies published between 1979 and 2000 that looked at the effectiveness of safety belt use in preventing fatalities. A total of 25 studies satisfied the following inclusion criteria for a meta-analysis: i) published in French or English; ii) published between 1979 and 2000; iii) the number of motor vehicle occupants dead and alive and using and not using their safety belt were all reported in the study. The average effectiveness of the safety belt computed from all these studies indicates that an occupant not using his seat belt is three times more likely to die from a road crash than an occupant using his seat belt. However the estimates of the effectiveness of the safety belt varies greatly between studies. The period of the study (most of them before 1990), the position of the occupant and the data sources explain part of this observed variability.

Analyses of the link between the rate of safety belt use and the annual number of fatalities of motor vehicle occupants between 1979 and 2000 in Québec showed that and increase of 1% of safety belt use is associated with an average reduction of 8.5 deaths per year. This result gives however an approximated idea of the effectiveness of the safety belt over a long period of 21 years. The nature of the relationship has however changed since 1990, time where the rate of the safety belt use has reached the level of 90%. This coincides with the introduction of the law extending safety belts use for rear seat passengers, the increase of the fine for the non-use of the safety belt and the registration of two demerit points in the driving record of the driver. Therefore, in the recent context of a 90% rate of seat belt use, the average number of 8.5 lives saved per year seems to underestimate the true number of lives saved on average for the years to come.

A detailed analysis of the data from the files of the SAAQ on 1 663 631 occupants of motor vehicles or light trucks, 5 years old and over, and involved in a road crash with at least one occupant injured in Québec between 1978 and 1999, shows that the non use of the safety belt increases the risk of death by a factor of 4.8. This estimate of the safety belt effectiveness is higher than the average of 3 obtained from the meta-analysis. This difference can be explained by the longer study period, especially because of the inclusion of the years 1990 to 1999 where the rates of safety belt use are very high (over 90%). Indeed, if we only consider recent years, i.e. the data from 1994 to 1999 where the rates of seat belt use are very high and relatively stable at 94%, the non use of the safety belt increases the risk of dying from a motor vehicle accident by a factor of 6.4. Thus, an occupant not wearing his seat belt has on average 6.4 more chances of dying from a

motor vehicle accident than an occupant wearing his seat belt. These latter results suggest a larger effect of the safety belt over the years. This is mainly due to the improvements made in building new motor vehicles, such as the presence of air bags.

The results of this study over a period of several years show very clearly the effectiveness of the safety belt in the reduction of the risk of fatality of motor vehicle occupants involved in road crashes. The data files obtained from the SAAQ allowed the estimation of the annual number of lives saved for each year considered in the study, assuming a 1% increased of the safety belt use. This estimation is done assuming similar characteristics for occupants wearing and not wearing their seat belt. Thus, the total number of lives saved in the past ten years, where the rate of safety belt use was over 90%, is estimated at 245 assuming a 1% increase in the rate of safety belt use each year. The estimate of the annual average of lives saved for the past 10 years is therefore 24.5.

Keywords : rate of seat belt use, death rate, effectiveness, crash types, meta-analysis, occupant position, odds ratio, police report.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été réalisée grâce à la la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) qui a non seulement supporté financièrement ce projet, en contribuant au Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), mais aussi fourni tous les fichiers de données nécessaires à sa réalisation. Nous remercions tout particulièrement M. Alain Auger, responsable du suivi de ce projet pour la SAAQ, et toutes les personnes qui ont travaillé avec lui pour l'extraction et l'envoi des données.

Nous remercions également le professeur Robert Gagné de l'Institut d'économie appliquée à HEC Montréal qui nous a conseillé sur ce projet au cours de l'été 2001. Nous avons également bénéficié des équipements informatiques du CRT de l'Université de Montréal.

TABLES DE MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. MÉTA-ANALYSE 2

2.1 Recherche informatisée et systématique de la documentation 2
2.2 Extraction des données 4
2.3 Résultats de la méta-analyse 6

3. APPROCHE UTILISANT DES ANALYSES STATISTIQUES DE LA SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE ANNUEL DE DÉCÈS AU QUÉBEC DES OCCUPANTS D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE, SUITE À UN ACCIDENT DE LA ROUTE ENTRE 1979 ET 1999 14

3.1 Analyse descriptive 16
3.2 Modèles de régression linéaire multiple avec erreurs autocorrélées 20

4. APPROCHE UTILISANT DES ANALYSES DE RÉGRESSION LOGISTIQUE MULTIPLE 23

4.1 Source des données 23

4.2 Analyse descriptive des variables explicatives du modèle de régression logistique 24

4.2.1 État de l'occupant 24
4.2.1.1 Estimation du nombre de vies sauvées : 28

4.2.2 Port de la ceinture de sécurité 32
4.2.3- Moment de l'accident 36
4.2.4- Catégorie de route 38
4.2.5- Genre d'accident 41
4.2.6- Type d'impact 44
4.2.7- Fonction de l'occupant 48
4.2.8- Vitesse autorisée 50
4.2.9- Âge de l'occupant 53
4.2.10- Masse du véhicule 56
4.2.11- Sexe de l'occupant 59
4.2.12 Année du modèle du véhicule 61

4.3 Modélisation logistique de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident et mesure de l'efficacité du port de la ceinture de sécurité pour la période 1978-1999 64

4.3.1 Modélisation logistique, sans variable d'interaction, de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident avec au moins un blessé au Québec entre 1978 et 1999. 65

4.3.2 Modélisation logistique avec une variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1978 et 1999 68

4.3.2.1 Effet de la ceinture de sécurité selon la fonction de l'occupant 68
4.3.2.2 Effet de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident 69
4.3.2.3 Effet de la ceinture de sécurité selon le code d'impact 71
4.3.2.4 Effet de la ceinture de sécurité selon l'année du modèle du véhicule 72
4.3.2.5 Effet de la ceinture de sécurité selon l'âge de l'occupant 73

4.4 Analyse du bilan routier pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé durant la période 1994-1999. 76

4.4.1 Analyse descriptive des variables explicatives du modèle de régression logistique 76

4.4.1.1 État de l'occupant 76
4.4.1.2- Le port de la ceinture de sécurité 78
4.4.1.3- Moment de l'accident 80
4.4.1.4- Catégorie de route 81
4.4.1.5- Le genre d'accident 84
4.4.1.6- Type d'impact 87
4.4.1.7- Fonction de l'occupant 90
4.4.1.8- Vitesse autorisée 93
4.4.1.9- Âge de l'occupant 96
4.4.1.10- Masse du véhicule 99
4.4.1.11- Sexe de l'occupant 102
4.4.1.12- Année du modèle du véhicule 104

4.4.2- Modélisation logistique de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident et mesure de l'efficacité de la ceinture de sécurité pour la période 1994-1999 108

4.4.2.1- Modélisation logistique sans variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1994 et 1999 108

4.4.2.2- Modélisation logistique avec une variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1994 et 1999 111

4.4.2.2.1 Effet de la ceinture de sécurité selon la fonction de l'occupant 111
4.4.2.2.2 Effet de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident 112
4.4.2.2.3 Effet de la ceinture de sécurité selon le code d'impact 113
4.4.2.2.4 Effet de la ceinture de sécurité selon l'année du modèle du véhicule 115
4.4.2.2.5 Effet de la ceinture de sécurité selon l'âge de l'occupant : 115

5. CONCLUSION 118

6. ANNEXE 123

ANNEXE 1 123
Distribution des occupants selon leur état et le port de la ceinture de sécurité pour chaque année de l'étude. 123

ANNEXE 2 124
Méthode pour le calcul du nombre de vies sauvées 124

ANNEXE 3 124
Analyse de l'effet de la ceinture selon l'année du modèle du véhicule. 124

ANNEXE 4 133
Analyse de l'effet de la ceinture de sécurité chez les enfants de 5 à 10 ans pour la période 1978-1999 133
Analyse de l'effet de la ceinture de sécurité chez les enfants de 5 à 10 ans pour la période 1990-1999 136

7. RÉFÉRENCES 142

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau croisé illustrant les données nécessaires à l'estimation de l'effet de la ceinture à l'aide du risque relatif ou du rapport de cotes 5

Tableau 2: Caractéristiques des articles inclus dans la meta-analyse avec l'estimation du rapport de cotes mesurant l'effet de la ceinture..... 8

Tableau 3: Modèle de régression linéaire à effets mixtes avec toutes les variables explicatives retenues pour la méta-analyse sur l'efficacité de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident; variable dépendante : logarithme du rapport de cotes..... 12

Tableau 4: Régression linéaire à effets mixtes avec seulement les variables explicatives statistiquement significatives au niveau 10% dans le modèle pour la méta-analyse sur l'efficacité de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident; variable dépendante : logarithme du rapport de cotes. 13

Tableau 5: Données pour les analyses statistiques de la série chronologique du nombre annuel de décès au Québec pour la période 1979 à 1999 16

Tableau 6: Modèles de régression linéaire multiple pour le nombre de décès avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs..... 21

Tableau 7: Modèles de régression linéaire multiple pour le taux annuel de décès par 10000 véhicules avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs..... 21

Tableau 8: Modèles de régression linéaire multiple pour le taux annuel de décès par 100 million de kilomètres avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs..... 21

Tableau 9: Distribution de l'état des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé, Québec 1978 à 1999 24

Tableau 10: Estimation du nombre de vies sauvées par année pour une augmentation de 1% du taux de port de la ceinture de sécurité à chaque année. 29

Tableau 11: Taux d'utilisation de la ceinture de sécurité de 1978-1999..... 36

Tableau 12 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité de 1978-1999 36

Tableau 13: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le moment de l'accident de 1978 à 1999. N=1 663 631 37

Tableau 14: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le moment de l'accident. 37

Tableau 15 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le moment de l'accident..... 38

Tableau 16 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la catégorie de route de 1978 à 1999. N=1 663 631 40

Tableau 17 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la Catégorie de route..... 41

Tableau 18: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la Catégorie de route. 41

Tableau 19 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le genre d'accident de 1978 à 1999. N=1 663 631 43

Tableau 20 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident. 44

Tableau 21 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident. 44

Tableau 22: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le type d'impact de 1978 à 1999. N=1 663 631 46

Tableau 23: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le type d'impact. 47

Tableau 24: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le type d'impact..... 48

Tableau 25: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la fonction de l'occupant dans le véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631 49

Tableau 26: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule..... 50

Tableau 27: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule..... 50

Tableau 28: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la vitesse autorisée de 1978 à 1999. N=1 663 631 52

Tableau 29 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la vitesse maximale autorisée. 53

Tableau 30: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la vitesse maximale autorisée. 53

Tableau 31 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'âge de l'occupant de 1978 à 1999. N=1663631 55

Tableau 32 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant. 56

Tableau 33 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant. 56

Tableau 34: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la masse du véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631 58

Tableau 35 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la masse du véhicule. 59

Tableau 36 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la masse du véhicule 59

Tableau 37 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le sexe de l'occupant dans le véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631 60

Tableau 38 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le sexe de l'occupant 60

Tableau 39 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le sexe de l'occupant. 60

Tableau 40 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'année du modèle du véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631 62

Tableau 41 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule. 62

Tableau 42 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule. 63

Tableau 43: Estimation de la probabilité de décéder à l'aide de la régression logistique, pour les occupants victimes d'accidents âgés de 5 ans et plus avec au moins un blessé. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 Nombre d'occupants décédés = 15 254 66

Tableau 44 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 69

Tableau 45 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631. 69

Tableau 46 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé selon le genre d'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631. 70

Tableau 47 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631. 70

Tableau 48 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 71

Tableau 49: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 72

Tableau 50: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 72

Tableau 51 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1978-1999. N=1 663 631 73

Tableau 52: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant. Québec 1978-1999. N= 1 663 631. 74

Tableau 53 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant. Québec 1978-1999. N=1 663 631 74

Tableau 54 : Distribution de l'état des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé, Québec 1994 à 1999. 77

Tableau 55 : Nombre de occupants victimes d'accidents et taux de port de la ceinture de sécurité selon leur état 79

Tableau 56 : État de l'occupant selon le port de la ceinture de sécurité de 1994-1999 80

Tableau 57: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le moment de l'accident de 1994 à 1999. N=387 897 80

Tableau 58: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le moment de l'accident, 1994-1999 81

Tableau 59: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le moment de l'accident, 1994-1999. 81

Tableau 60: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la catégorie de route de 1994 à 1999. N=387 897 83

Tableau 61 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la Catégorie de route, 1994-1999 84

Tableau 62: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la Catégorie de route, 1994-1999 84

Tableau 63: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le genre d'accident de 1994 à 1999. N=387 897 86

Tableau 64 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident, 1994-1999. 87

Tableau 65 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident, 1994-1999. 87

Tableau 66 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le type d'impact de 1994 à 1999. N= 387 897 89

Tableau 67 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le type d'impact, 1994-1999. 90

Tableau 68 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le type d'impact, 1994-1999. 90

Tableau 69: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la fonction de l'occupant dans le véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897 92

Tableau 70 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule, 1994-1999. 92

Tableau 71: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule, 1994-1999. 93

Tableau 72: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la vitesse autorisée de 1994 à 1999. N= 3878 97 95

Tableau 73: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la vitesse maximale autorisée, 1994-1999. 96

Tableau 74: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la vitesse maximale autorisée, 1994-1999. 96

Tableau 75: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'âge de l'occupant de 1994 à 1999. N= 387 897. 98

Tableau 76 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant, 1994-1999..... 99

Tableau 77 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant, 1994-1999. 99

Tableau 78: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et de la masse du véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897 101

Tableau 79 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la masse du véhicule, 1994-1999..... 102

Tableau 80 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la masse du véhicule, 1994-1999. 102

Tableau 81: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le sexe de l'occupant dans le véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897..... 103

Tableau 82: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le sexe de l'occupant, 1994-1999..... 103

Tableau 83: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le sexe de l'occupant, 1994-1999..... 104

Tableau 84: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'année du modèle du véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897 105

Tableau 85: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule, 1994-1999. 106

Tableau 86: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule, 1994-1999. 107

Tableau 87: Estimation de la probabilité de décéder à l'aide de la régression logistique, pour les occupants victimes d'accidents âgés de 5 ans et plus avec au moins un blessé. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156 109

Tableau 88: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 111

Tableau 89: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 111

Tableau 90: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 113

Tableau 91: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 113

Tableau 92: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 114

Tableau 93: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 114

Tableau 94: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 115

Tableau 95: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 115

Tableau 96: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 116

Tableau 97: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156..... 116

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon l'année médiane de la période de l'étude.....9

Figure 2: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon la fonction des occupants.....9

Figure 3: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon que oui ou non au moins un occupant est décédé dans l'accident.....9

Figure 4: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon que oui ou non tous les occupants de l'étude ont été vus dans un hôpital.....9

Figure 5: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon le pays de l'étude.....9

Figure 6: Nombre total de décès des occupants de véhicules automobiles et camions léger au Québec par année 17

Figure 7: Taux de port de la ceinture de sécurité au Québec par année..... 18

Figure 8: Nombre annuel de décès selon le taux de port de la ceinture..... 19

Figure 9: Taux de décès par 10 000 véhicules selon le taux de port de la ceinture..... 19

Figure 10: Taux de décès par 100 million de km selon le taux de port de la ceinture..... 20

Figure 11: Nombre annuel de décès parmi les occupants victimes d'accidents sur les routes du Québec pour la période 1978-1999 25

Figure 12: Taux de décès, selon le port ou non de la ceinture de sécurité, des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé sur les routes du Québec pour la période 1978-1999..... 26

Figure 13: Risque relatif de décéder, lors d'un accident avec au moins un blessé, pour les occupants non porteurs relativement aux porteurs de la ceinture de sécurité..... 27

Figure 14: Indice d'efficacité du port de la ceinture de sécurité lors d'un accident avec a moins un blessé . 28

Figure 15: Estimation du nombre de vies sauvées annuellement si le taux de port au Québec avait été plus élevé de 1% à chaque année..... 30

Figure 16: Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents..... 33

Figure 17a: Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents selon leur état; occupants avec port de la ceinture « non précisé » inclus dans le total de référence..... 34

Figure 17b : Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents selon leur état; victimes avec port de la ceinture « non précisé » exclues des calculs.....36

Figure 18: Taux de décès, selon le port ou non de la ceinture de sécurité, des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé sur les routes du Québec pour la période 1994-1999..... 78

1. INTRODUCTION

L'utilisation de la ceinture de sécurité comme mesure permettant de réduire le nombre de décès ou de blessures lors d'accidents de la route est maintenant reconnue. Depuis le début des années 1990, plus de 90% des occupants de véhicules sur les routes du Québec la portent. Toutefois, une évaluation précise de son effet en considérant plusieurs années n'a jamais été réalisée au Québec. Selon les bilans statistiques de la SAAQ (1999) la province comptait 1 792 décès sur les routes en 1979 contre 759 en 1999, une diminution de 57,6%, tandis que le taux de port est passé de 42,6% en 1979 à 94,9% en 1999. En plus de la ceinture, divers facteurs ont contribué à ces gains depuis vingt ans, que l'on pense à la construction de véhicules plus sécuritaires ou à la lutte contre l'alcool au volant. Néanmoins, personne n'a isolé et quantifié le rôle joué par le port de la ceinture dans cette réduction des décès. Par ailleurs, malgré qu'il y ait actuellement moins de 6% des conducteurs qui ne portent pas la ceinture, selon les données des rapports d'accident, la SAAQ rapporte que cette proportion de non ceinturés atteint 30% chez les conducteurs décédés dans un accident.

L'objectif principal de ce projet de recherche est donc d'isoler et de mesurer l'impact de l'augmentation du port de la ceinture de sécurité sur la réduction du nombre de décès au Québec. Pour ce faire, nous avons considéré trois approches menant à différentes analyses sur des données distinctes. Ces trois approches sont :

1. une méta-analyse, c.-à-d. une revue systématique et quantitative de la littérature;
2. des analyses statistiques de la série chronologique du nombre annuel d'occupants d'un véhicule automobile décédés des suites d'un accident de la route entre 1979 et 1999 au Québec, et en particulier l'estimation de son lien avec le taux de port de la ceinture;
3. des analyses de régression logistique multiple faites à partir de l'extraction d'informations des banques de données de la SAAQ sur les occupants des véhicules impliqués dans un accident avec au moins un blessé entre 1978 et 1999.

Chacune de ces trois approches permettra d'estimer l'effet du port de la ceinture sur la réduction du nombre de décès ou de la probabilité de décéder des suites d'un accident de la route. La comparaison des résultats des ces trois approches permettra d'établir la robustesse de ceux-ci.

Les trois prochaines sections du rapport présentent la méthode et les résultats de chacune des ces trois approches respectivement. Une conclusion ainsi qu'une discussion des résultats complètent ce rapport.

2. MÉTA-ANALYSE

La méta-analyse est une méthode d'analyse quantitative qui sert principalement à combiner les résultats de recherches indépendantes portant sur un même sujet (Cooper et Hedges 1994). L'objectif principal est d'obtenir une estimation plus précise du phénomène à l'étude en combinant les résultats des différentes recherches qui ont souvent été obtenus avec de petites tailles d'échantillon. Cette méthode est beaucoup utilisée présentement dans le domaine médical pour faire la synthèse des résultats afin d'orienter la pratique clinique ainsi que les nouveaux travaux de recherche. Plus récemment, des modèles statistiques à effets aléatoires pour la méta-analyse ont été développés et utilisés pour tenir compte de l'hétérogénéité souvent présente entre les résultats des différents travaux de recherche indépendants. Par exemple, bien qu'un grand nombre de recherches démontrent l'efficacité de la ceinture de sécurité, le niveau de rendement évalué n'est pas constant d'une étude à l'autre (Laberge-Nadeau *et al.* mars 1986). Des différences dans les méthodologies utilisées, les sources et la qualité des données, les législations, et la période de l'étude, sont des exemples de facteurs pouvant expliquer la variabilité des résultats d'une étude à l'autre. Dans ces cas, des modèles de régression à effets mixtes peuvent être utilisés dans le but d'identifier statistiquement les facteurs qui expliqueraient de façon significative en partie ou en totalité les différences entre les résultats (Cooper et Hedges 1994, Stram 1996, Bellavance et Platt 2000).

Le Dre Laberge-Nadeau et ses collaborateurs (mars 1986) ont fait un examen critique de la documentation jusqu'en 1986 sur l'efficacité de la ceinture de sécurité. Depuis, d'autres études ont été publiées sur le sujet. Nous avons donc procédé à une mise à jour de la revue de la documentation et en avons fait une analyse quantitative rigoureuse pour estimer l'effet du port de la ceinture de sécurité sur la réduction de la probabilité de décès lors d'un accident de la route, tout en évaluant certains facteurs qui peuvent influencer ou expliquer l'hétérogénéité observé des effets entre les différentes études. Nous décrivons dans les sous-sections suivantes toutes les étapes suivies lors de la revue systématique de la littérature et les résultats obtenus.

2.1 Recherche informatisée et systématique de la documentation

Une première recherche informatisée de la documentation a été faite en janvier 2000 à partir des bases de données "MEDLINE", "PsycINFO" et "ERIC" et un certain nombre de sites INTERNETS. Nous avons limité la recherche de l'information dans les bases de données "MEDLINE", "PsycINFO" et "ERIC" pour les années de publication 1979 à 1999. Les mots clés utilisés pour cette recherche dans chacune de ces trois bases de données ont été les suivants: « safety belt, safety belts, seat belt, seat belts, belt injury, belt injuries, front seat, seat belt usage, vehicle occupant, seat vehicle, seating position, traffic safety ». Un total de 3095 articles ont été identifiés par cette recherche, en comptant certains articles plus d'une fois cependant s'ils étaient présents dans plus d'une base de données ou identifiés par plus d'un mot clé utilisé.

Les titres et les résumés disponibles de tous les articles identifiés et écrits en français ou en anglais ont été lus par un assistant de recherche pour retenir dans un premier temps que les articles qui étaient pertinents à notre méta-analyse, c'est-à-dire les articles qui traitaient de la ceinture de sécurité et de sa contribution à la réduction des décès lors d'un accident. Dans le doute, à cause du manque d'information dans le titre ou le résumé, l'article était automatiquement retenu à cette première étape de sélection. Un total de 190 articles ont été retenus après cette première étape de sélection.

L'assistant de recherche a également visité les sites WEB suivants en avril 2000: www.trl.co.uk , pour les publications du Transportation Research Laboratory (TRL) et http://www.nhtsa.dot.gov/ pour les publications du National Highway Traffic Safety Administration, US Department Of Transportation (NHTSA-USDOT). Aucun article ou rapport de recherche supplémentaire pouvant être inclus dans la méta-analyse n'a été identifié par cette recherche.

Dans un troisième temps, l'assistant de recherche a systématiquement scruté la table des matières des revues scientifiques suivantes pour identifier d'autres articles pertinents à la revue de la littérature que la recherche informatisée des bases de données n'avait pas identifiés : les numéros 14-32, correspondant à la période 1982-2000, de la revue « Accident Analysis and Prevention » , pour 25 articles supplémentaires; les numéros 11-30 correspondant à la période 1979-1999 de la revue « Journal of Safety Research » , pour 12 articles supplémentaires; les numéros 19-48 correspondant à la période 1979-2000, de la revue « Journal of Trauma, Injury, Infection and Critical Care », pour 6 articles supplémentaires. Dans les rapports du Centre de Recherche sur les Transports (CRT) de l'Université de Montréal, nous avons identifié 2 rapports de recherche pertinents. Donc, jusqu'à cette étape, un total de 235 articles ou rapports

de recherche ont été retenus. Nous avons obtenu une copie des publications de l'étape précédente et après lecture de chacune d'elles par un assistant de recherche, 38 articles ont été retenus pour inclusion potentielle dans la méta-analyse. Pour compléter la recherche de la documentation, l'assistant de recherche a scruté la bibliographie de chaque article retenu pour identifier 6 autres articles pertinents sur le sujet. Donc, un total de 44 articles ou rapports de recherche publiés en français ou en anglais, entre 1979 et 2000, et traitant de la ceinture de sécurité et de sa contribution à la réduction du nombre de décès des occupants des véhicules impliqués dans un accident, ont été identifiés et retenus à cette étape de notre méta-analyse.

Les 44 articles et rapports de recherche rencontrant les critères initiaux d'inclusion, peuvent être divisés en deux grandes catégories. Une première catégorie est formée de 35 études qui estiment l'effet de la ceinture de sécurité à partir de données recueillies sur les occupants des véhicules impliqués dans un accident de la route. Les 9 autres études formant la deuxième catégorie, évalue plutôt l'effet de l'introduction ou du renforcement d'une loi sur le port de la ceinture de sécurité. La méthode utilisée dans ces 9 études consiste essentiellement à comparer le nombre de décès sur une certaine période de temps avant et après l'introduction ou le renforcement de la loi. Nous avons considéré uniquement la première catégorie d'études pour notre méta-analyse car la méthode utilisée dans celles-ci permet une estimation plus précise de l'effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès des occupants de véhicules à la suite d'un accident de la route.

2.2 Extraction des données

L'extraction de l'information des 35 études retenues pour la méta-analyse a été faite par deux assistants de recherche, de façon indépendante, à l'aide d'une grille d'extraction. Cette procédure de double extraction est importante pour s'assurer le plus possible de l'exactitude des informations extraites. Les différences dans l'extraction des données ont été résolues par consensus entre les deux assistants de recherche après avoir comparé leurs résultats. Le chercheur responsable du projet de recherche a par la suite vérifié toutes les données extraites pour chaque article.

Les variables retenues dans la grille d'extraction sont : le nom des auteurs de l'étude, l'année de publication, la période de l'étude, la source des données, le pays d'où proviennent les données, le nombre

d'occupants décédés avec et sans ceinture de sécurité, le nombre d'occupants non décédés avec et sans ceinture de sécurité, la fonction des occupants dans l'étude, le risque relatif (rapport de cotes) ajusté et son intervalle de confiance, et les variables de contrôle utilisées dans les analyses comme l'âge de l'occupant, le sexe et la sévérité de l'accident. Seulement 8 de ces études ont utilisé la régression logistique multiple pour estimer l'effet de la ceinture de sécurité à l'aide d'un rapport de cotes ajusté ou non pour des variables de contrôle. Par contre, 25 de ces études ont rapporté le nombre d'occupants décédés avec et sans ceinture de sécurité ainsi que le nombre d'occupants non décédés avec et sans ceinture de sécurité. Cette information nous permet de calculer pour chacune des ces études un rapport de cotes non ajusté que nous pouvons utiliser comme mesure de l'effet de la ceinture dans notre méta-analyse. Notons que la contribution du port de la ceinture de sécurité à la diminution du risque de décès lors d'accident de la route peut être estimée à l'aide du risque relatif (RR) ou du rapport de cotes (odds ratio). Le RR dans notre contexte est défini comme étant le risque de décéder dans un accident de la route lorsque l'occupant ne porte pas la ceinture de sécurité divisé par le risque de décéder lorsque l'occupant la porte. Pour le calcul du RR, considérons le tableau croisé 2x2 suivant :

Tableau 1: Tableau croisé illustrant les données nécessaires à l'estimation de l'effet de la ceinture à l'aide du risque relatif ou du rapport de cotes

Port de la ceinture de sécurité	**État de l'occupant**		
	Décédé	Non décédé	Total
Non ceinturé	a	c	$a+c$
Ceinturé	b	d	$b+d$
Total	$a+b$	$c+d$	$a+b+c+d=N$

où a, b, c et d représentent le nombre d'occupants dans les cases respectives du Tableau 1. Le risque relatif se calcule comme suit:

$$RR=\frac{a/(a+c)}{b/(b+d)}=\frac{a(b+d)}{b(a+c)}.$$

Le rapport de cotes (odds ratio) est défini comme:

$$OR=\frac{a/b}{c/d}=\frac{ad}{bc}.$$

Le OR est une bonne approximation du RR. En effet, lorsque les risques $a/(a+c)$ et $b/(b+d)$ sont petits, alors on a $OR \approx RR$ puisque a est beaucoup plus petit que c et b est beaucoup plus petit que d. Un OR ou RR de k implique que le risque de décéder dans un accident est k fois plus élevé si l'occupant ne porte pas la ceinture que s'il la porte.

Ainsi, le critère final d'inclusion d'un article ou rapport de recherche dans notre revue systématique de la littérature est la présence dans les écrits publiés des nombres d'occupants décédés et non décédés avec et sans ceinture de sécurité.

2.3 Résultats de la méta-analyse

La liste des 25 articles rencontrant tous les critères d'inclusion pour la revue systématique de la littérature est présentée au Tableau 2. Plusieurs de ces études ont analysé l'effet de la ceinture selon la fonction des occupants. Nous avons donc rapportés dans le Tableau 2 les caractéristiques extraites selon la fonction des occupants, ce qui nous permet d'évaluer l'effet de la fonction sur l'efficacité de la ceinture dans la méta-analyse. En plus des nombres d'occupants décédés et non décédés avec et sans ceinture de sécurité et la fonction de ces occupants, nous retrouvons dans le Tableau 2 l'année de publication, la période de l'étude, la source des données, deux caractéristiques de la source des données à savoir si oui ou non au moins un des occupants victimes de l'accident est décédé, et si oui ou non tous les occupants considérés dans l'étude ont été vus dans un hôpital, le pays où les données ont été recueillies, le rapport de cotes calculé à partir des nombres extraits et son intervalle de confiance au niveau de 95%. À cause du fait que trois articles n'ont rapporté aucun décès pour les occupants ceinturés dans leur étude (Nelson et al. 1993, Christian et al. 1986, Allen et al. 1985), nous avons ajouté la valeur 0.5 à tous les nombres, c.-à-d. a+0.5, b+0.5, c+0.5 et d+0.5, dans le calcul des rapports de cotes (Cooper et Hedges 1994).

Nous pouvons observer une grande variabilité dans l'estimation de l'effet de la ceinture entre les études. Les rapports de cotes au Tableau 2 varient de 0.43 à 37.63. La plupart des rapports de cotes se situent cependant entre 1 et 8. Une seule étude, Cooper et al. (1993), a un rapport de cotes significativement inférieur à 1 (OR=0.43), indiquant que la ceinture de sécurité augmente le risque de décès pour les porteurs lors d'un accident de la route. Il faut toutefois noter que cette étude est la seule qui est basée sur les occupants de véhicules impliqués dans des accidents avec au moins un occupant décédé ceinturé. Des

rapports de cotes très élevés, entre 14.14 et 37.63, ont été observés dans 5 études. La source des données de deux de ces 5 études, Nelson et al. (1993) et Allen et al. (1985), étaient les occupants avants blessés et vus au département d'urgence d'un hôpital. De plus, la période de ces études était très courte, soit 5 et 8 mois respectivement, et aucun décès parmi les occupants ceinturés n'a été rapporté dans ces deux études, ce qui donne lieu a des intervalles de confiance au niveau 95% très grand et donc à des estimations très peu précises. L'étude de Shibata et al. (1994) estime l'efficacité du port de la ceinture en utilisant les données sur les conducteurs décédés et sans blessure apparente uniquement. Les conducteurs avec blessures ou décédés dans un délai plus grand que 24 heures ne sont pas inclus dans les calculs. Or, une des raisons pouvant expliquer un rapport de cotes très élevé de 37.61 pour cette étude japonaise est probablement que les conducteurs sans blessures apparentes ont rapporté aux policiers un taux de port de la ceinture plus élevé que réel. Finalement, l'étude de Miller et al. (1998) (OR=14.14) n'a pas les nombres absolus d'occupants non décédés mais plutôt une estimation pondérée de ces nombres, et l'étude de Maio et al. (1992) (OR=20.35) a considéré un échantillon des occupants non décédés et tous les occupants décédés.

Pour tenir compte de l'hétérogénéité dans les résultats des différentes études, nous avons utilisé un modèle avec un effet aléatoire (Cooper et Hedges 1994) pour combiner l'information présente dans les 25 études retenues pour la méta-analyse et obtenir ainsi une estimation globale de l'effet de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident de la route. Ainsi, le rapport de cotes global obtenu estimant l'effet de la ceinture de sécurité pour l'ensemble des 25 études est de 3.01 avec un intervalle de confiance au niveau 95% de [2.18 ; 4.16].

Tableau 2: Caractéristiques des articles inclus dans la meta-analyse avec l'estimation du rapport de cotes mesurant l'effet de la ceinture

Auteur	Année de publi-cation	Période d'étude	Fonction	a[1]	b[1]	c[1]	d[1]	Source de données[2]	Décédé[3]	Hôpital[4]	Pays	Rapport de cotes (OR)	IC (95%) Pour OR
Zhang J. et al.	2000	88-93	Conducteur	208	503	1474	15893	TRAID	0	0	Canada	4.46	[3.77 ; 5.29]
Petridou E. et al.	1998	1985	Conducteur	254	19	4900	629	SDHRTP	0	0	Grèce	1.68	[1.05 ; 2.68]
Petridou E. et al.	1998	1985	Passager	261	19	5108	335	SDHRTP	0	0	Grèce	0.88	[0.55 ; 1.41]
Petridou E. et al.	1998	1994	Conducteur	333	92	4635	1983	SDHRTP	0	0	Grèce	1.54	[1.22 ; 1.95]
Petridou E. et al.	1998	1994	Passager	240	53	4022	1237	SDHRTP	0	0	Grèce	1.38	[1.02 ; 1.87]
Miller T. R. et al.	1998	1993	Occupant	19241	8841	4661000	30274000	GES NASS CDS	0	0	USA	14.14	[13.78 ; 14.50]
Evans L.	1996	82-91	Conducteur	3921	786	394450	304755	NASS	0	0	USA	3.85	[3.57 ; 4.16]
Malliaris A.C. et al.	1996	88-91	Occupant	22632	6709	1483404	2494286	FARS CDS NASS	1	0	USA	5.67	[5.52 ; 5.83]
Mackersie RC. et al.	1995	85-94	Occupant	499	65	9286	1737	SDCTS	0	1	USA	1.43	[1.10 ; 1.86]
Shibata A. et al	1994	1990	Conducteur	63	19	2179	25174	FPP	0	0	Japon	37.61	[22.60 ; 62.60]
Green R N. et al.	1994	84-87	Occupant	5130	3213	335054	920957	CS	0	0	Canada	4.39	[4.20 ; 4.59]
Cooper P.J .	1994	82-91	Passager	792	3492	11790	134968	MBVAD	0	0	Canada	2.60	[2.40 ; 2.81]
Cooper P.J .	1994	82-91	Conducteur	1163	760	13056	66234	MBVAD	0	0	Canada	7.76	[7.07 ; 8.52]
Marine W. M. et al.	1994	1984	Avant	5	1	251	255	CSP	0	0	USA	3.73	[0.61 ; 22.85]
Nelson D.E. et al.	1993	nov87-mars88	Avant	11	0	483	503	ISRA	0	1	USA	23.95	[1.41 ; 407.59]
Cooper W.E. et al.	1993	87-89	Occupant	62	368	160	409	WSPR	2	0	USA	0.43	[0.31 ; 0.60]
Rutledge R. et al.	1993	oct87-juil89	Occupant	135	47	1781	1433	NCTR	0	1	USA	2.30	[1.64 ; 3.22]
Maio R.F. et al.	1992	1987	Conducteur	561	172	342	2141	MSPTDF	0	0	USA	20.35	[16.57 ; 24.99]
Agran P.F. et al.	1992	jan83-mars89	Passager	12	3	794	672	MSOCC	0	1	USA	3.02	[0.92 ; 9.93]
Osberg J.S. et al.	1992	oct88-mars90	Occupant	13	3	277	120	NPTR	0	1	USA	1.67	[0.51 ; 5.53]
Christian M.S. et al.	1989	Jul85-Jun87	Arrière	11	0	400	30	EBAED	0	1	GB	1.75	[0.10 ; 30.44]
Maghsoodloo S. et al.	1989	84-87	Conducteur	1970	132	529830	176179	AUTAR	0	0	USA	4.95	[4.15 ; 5.90]
Maghsoodloo S. et al.	1989	84-87	Passager avant	638	47	217648	54465	AUTAR	0	0	USA	3.36	[2.50 ; 4.52]
Maghsoodloo S. et al.	1989	84-87	Arrière	180	15	93897	22219	AUTAR	0	0	USA	2.76	[1.64 ; 4.63]
McGee D. L. et al.	1989	75-85	Avant	62918	2926	62171	3673	FARS	1	0	USA	1.27	[1.21 ; 1.34]
Evans L.	1988	75-85	Arrière	22544	537	19955	420	FARS	1	0	USA	0.88	[0.78 ; 1.01]
Campbell B.J.	1987	73-81	Conducteur	3803	104	1045973	107434	TARF-DMVNC	0	0	USA	3.74	[3.08 ; 4.54]
Campbell B.J.	1987	73-81	Passager avant	1276	29	333643	22313	TARF-DMVNC	0	0	USA	2.89	[2.01 ; 4.17]
Evans L.	1986	75-83	Conducteur	21000	932	13661	959	FARS	1	0	USA	1.58	[1.44 ; 1.74]
Evans L.	1986	75-83	Passager avant	20878	893	12427	650	FARS	1	0	USA	1.22	[1.10 ; 1.36]
Laberge-Nadeau et al.	1986	78-81	Conducteur	36	22	2231	5350	SAAQ	0	0	Canada	3.89	[2.29 ; 6.59]
Laberge-Nadeau et al.	1986	78-81	Passager avant	16	10	1544	2504	SAAQ	0	0	Canada	2.55	[1.17 ; 5.54]
Laberge-Nadeau et al.	1986	78-81	Avant	24	8	556	546	SAAQ	0	0	Canada	2.83	[1.29 ; 6.23]
Allen M.J. et al.	1985	oct82-mai83	Avant	18	0	294	299	AEDLRI	0	1	GB	37.63	[2.26 ; 627.30]
Thomas C. et al.	1980	1970-1980	Conducteur	149	35	1928	997	PMR	0	0	France	2.18	[1.50 ; 3.17]
Thomas C. et al.	1980	1970-1980	Passager avant	80	13	1073	576	PMR	0	0	France	3.20	[1.78 ; 5.75]

1: a: Nombre d'occupants décédés sans ceinture de sécurité
b: Nombre d'occupants décédés avec ceinture de sécurité

c: Nombre d'occupants non décédés sans ceinture de sécurité
d: Nombre d'occupants non décédés avec ceinture de sécurité

2: Source des données:

AEDLRI:Accidental and Emergency Department of the Leicester Royal Infirmary
AUTAR: Alabama Uniform Traffic Accident Report
CS: Canadian Study: données d'accidents avec au moins un occupant blessé recueillies par 10 équipes de recherche à travers le Canada.
CSP: Colorado State Patrol
EBAED: East Berkshire Accident Emergency Department
FARS:Fatal Accident Reporting System: -accident avec au moins un occupant décédé
FPP: Fukuoka Prefectural Police
GES: General Estimates System
ISRA: Iowa State Restreint Assessment
MSPTDF: Michigan State Police Traffic Data File
MSOCC: Monitoring System in Orange County, California comprend 9 hôpitaux et le bureau du coroner
MVBAD: Motor Vehicle Branch Accident Database (British Columbia)
NASS:National Accident Sampling System -échantillon d'accidents rapportés par la police aux USA; les accidents plus sévères ont plus de chance d'être inclus dans cette base de données.
NCTR:North Carolina Trauma Registry
NPTR:National Pediatric Trauma Registry
PMR: Police and Medical Report (west of Paris)
SAAQ: Société de l'Assurance Automobile du Québec
SDCTS: San Diego County Trauma System
SDHRTP:Statistical Department of Hellenic Road Traffic Police: tous les accidents du pays avec au moins un mort ou un blessé.
TARF-DMVNC: Traffic Accident Report Form - Division of Motor Vehicle - North Carolina
TRAID : Canadian Traffic Accident Information Databank
WSPR: Washington State Patrol Records

3: Au moins un occupant est décédé dans l'accident: 0 = non ; 1= oui; 2 = au moins un occupant décédé et ceinturé

4: Tous les occupants de l'étude ont été transportés et vus dans un hôpital: 0 = non; 1= oui.

Pour tenter d'expliquer une partie de la très grande variabilité observée entre les résultats de ces études, nous avons utilisé un modèle de régression linéaire à effets mixtes sur les logarithmes des rapports de cotes (Cooper et Hedges 1994). Les variables explicatives que nous avons considérés dans le modèle sont : l'année de l'étude ou l'année médiane si l'étude couvrait une période de plusieurs années; la fonction de l'occupant; le pays de l'étude; si oui ou non au moins un occupant est décédé dans l'accident; et si oui ou non tous les occupants de l'étude ont été vus dans un hôpital. Les Figures 1 à 5 présentent la relation entre les rapports de cotes observés dans les études retenues pour la méta-analyse et chacune de ces caractéristiques.

Figure 1: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon l'année médiane de la période de l'étude.

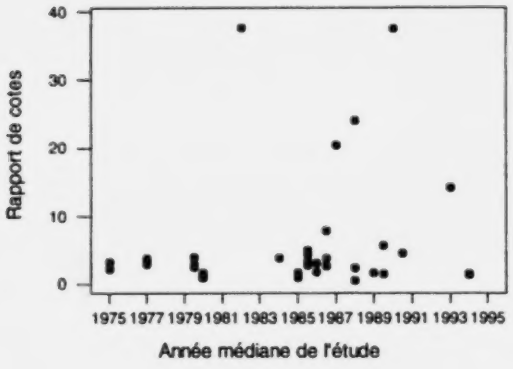


Figure 2: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon la fonction des occupants.

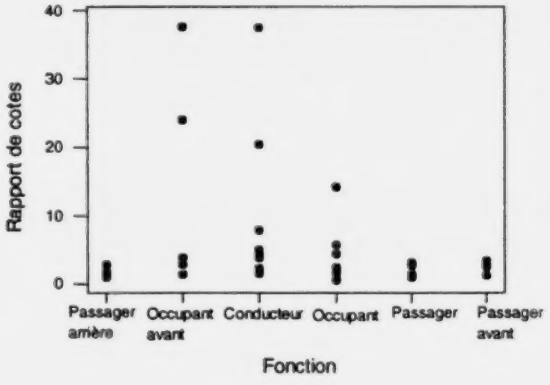


Figure 3: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon que oui ou non au moins un occupant est décédé dans l'accident

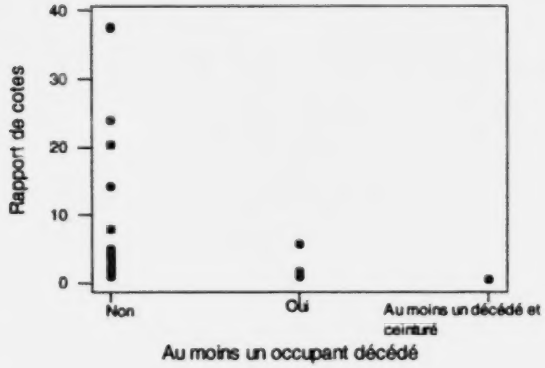


Figure 4: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon que oui ou non tous les occupants de l'étude ont été vus dans un hôpital.

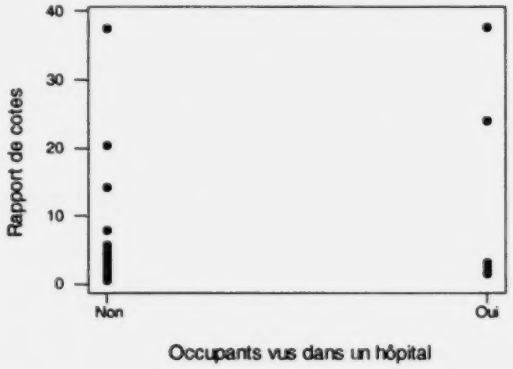
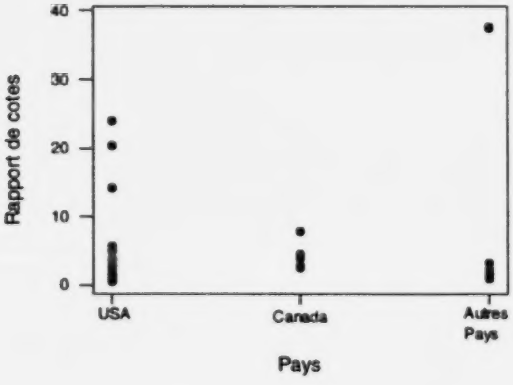


Figure 5: Effet de la ceinture de sécurité sur la réduction du risque de décès lors d'un accident selon le pays de l'étude.



Les résultats des modèles de régression linéaire à effets mixtes sur les logarithmes des rapports de cotes sont présentés dans les Tableaux 3 et 4. Le Tableau 3 présente le modèle complet avec toutes les variables explicatives considérées et le Tableau 4 présente un modèle plus parcimonieux où seules les variables statistiquement significative au niveau 10% sont incluses dans le modèle. Nous remarquons que l'effet de la ceinture est significativement plus grand pour les études dont les périodes sont plus récentes. Par contre, l'effet de la ceinture est moindre pour les études considérant les passagers arrières ou les passagers avants ou arrières comparativement aux études se limitant aux conducteurs. Il est aussi significativement moindre pour les études considérant les occupants de véhicules impliqués dans un accident avec au moins un décès par rapport aux études qui considèrent tous les occupants ainsi que pour les études où les occupants ont été vus à l'hôpital comparativement aux études où tous les occupants sont inclus. Il n'y a pas de différence significative entre les résultats des études américaines, canadiennes et des autres pays.

Tableau 3: Modèle de régression linéaire à effets mixtes avec toutes les variables explicatives retenues pour la méta-analyse sur l'efficacité de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident; variable dépendante : logarithme du rapport de cotes.

Paramètre du modèle	Valeur estimée du paramètre	Écart type	P-value
constante	-86.743	49.600	0.093
Année médiane de la période de l'étude	0.045	0.025	0.086
Fonction de l'occupant :			
Conducteur	Référence		
Passager Arrière	-0.722	0.448	0.120
Occupant Avant	-0.024	0.432	0.955
Occupant	-0.049	0.366	0.895
Passager avant ou arrière	-0.981	0.367	0.013
Passager avant	-0.312	0.336	0.362
Au moins un occupant décédé :			
Non	Référence		
Oui	-0.908	0.332	0.012
Occupant décédé et ceinturé	-2.693	0.656	<0.001
Tous les occupants vus à l'hôpital :			
Non	Référence		
Oui	-0.781	0.415	0.072
Pays :			
É.-U.	Référence		
Canada	-0.177	0.302	0.563
Autre	-0.470	0.304	0.135

Tableau 4: Régression linéaire à effets mixtes avec seulement les variables explicatives statistiquement significatives au niveau 10% dans le modèle pour la méta-analyse sur l'efficacité de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident; variable dépendante : logarithme du rapport de cotes.

Paramètre du modèle	Valeur estimée du paramètre	Écart type	P-value
constante	-105.437	31.684	0.002
Année médiane de la période de l'étude	0.0539	0.016	0.002
Fonction de l'occupant :			
Conducteur, Occupant avant, Occupant avant ou arrière, Passager avant	Référence		
Passager arrière	-0.592	0.324	0.079
Passager avant ou arrière	-1.131	0.258	<0.001
Au moins un occupant décédé :			
Non	Référence		
Oui	-0.748	0.215	0.002
Occupant décédé et ceinturé	-2.537	0.446	<0.001
Tous les occupants vus à l'hôpital :			
Non	Référence		
Oui	-0.755	0.270	0.009

En résumé, la majorité des études répertoriées dans notre revue systématique de la littérature ont montré un effet significativement bénéfique de la ceinture de sécurité pour réduire le risque de décès des occupants de véhicules impliqués dans un accident de la route. Cependant, l'estimation de cet effet varie beaucoup d'une étude à l'autre. La période de l'étude, la fonction de l'occupant et la source des données expliquent une partie de cette variabilité observée dans les rapports de cotes entre les études. La SAAQ a mis à notre disposition les données sur tous les occupants de véhicules impliqués dans un accident avec au moins un blessé au Québec entre 1978 et 1999. Les résultats des analyses de ces données sont présentés dans la section 4 de ce rapport. Nous retrouverons alors des résultats semblables à ceux recensés dans cette méta-analyse.

3. APPROCHE UTILISANT DES ANALYSES STATISTIQUES DE LA SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE ANNUEL DE DÉCÈS AU QUÉBEC DES OCCUPANTS D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE, SUITE À UN ACCIDENT DE LA ROUTE ENTRE 1979 ET 1999

Pour estimer la contribution du port de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès au Québec entre 1979 et 1999, il est naturel de considérer la série chronologique du nombre annuel de décès des occupants d'un véhicule automobile ou camion léger (excluant les occupants âgés de 0 à 4 ans) et sa relation avec le taux de port. Pour cette analyse nous avons considéré les variables suivantes : le taux de port, le nombre de kilomètres parcourus annuellement, le nombre de véhicules en circulation au 31 décembre de chaque année, la loi contre l'alcool au volant et le renforcement de la loi sur le port de la ceinture de sécurité. Les données pour cette analyse ont été fournies par la SAAQ et proviennent de plusieurs sources différentes: 1) les bilans statistiques et d'immatriculation de la SAAQ pour le nombre annuel total de décès et le nombre de véhicules (promenade et commercial) en circulation au 31 décembre; 2) les enquêtes de transports Canada pour le taux de port de la ceinture de sécurité pour les conducteurs (de 1979 à 1991 on a considéré les résultats des enquêtes du mois d'octobre et de 1992 à 1999, ceux des enquêtes du mois de juin); 3) l'estimation du kilométrage total annuel à l'aide du modèle DRAG (Demande Routière, Accidents et Gravité) de 1979 à 1996 développé par Gaudry (1984 et 1993) et l'estimation par extrapolation du kilométrage annuel de 1997 à 1999.

Comme la série chronologique ne comporte que 21 observations annuelles (de 1979 à 1999), on ne peut considérer plusieurs variables explicatives dans un même modèle de régression, tout au plus 2 ou 3. Compte tenu du faible nombre d'observations, nous avons considéré les nouvelles variables dépendantes suivantes: taux de décès par 10 000 véhicules en circulation et taux de décès par 100 million de kilomètres. Ainsi, nous avons considéré les séries chronologiques du nombre annuel de décès des occupants d'un véhicule automobile ou camion léger, du taux annuel de décès par 10 000 véhicules en circulation et du taux annuel de décès par 100 million de kilomètres et leur relation avec le taux de port, l'entrée en vigueur de la loi contre l'alcool au volant le 29 août 1986 autorisant la révocation du permis de conduire et l'entrée en vigueur du renforcement de la loi sur le port de la ceinture de sécurité le 1er janvier 1990 permettant d'inscrire deux points d'inaptitude au dossier de conduite. Nous avons attribué la valeur 0

à la période allant de 1979 à 1987 et la valeur 1 à la période allant de 1988 à 1999 en ce qui concerne la variable binaire "loi contre l'alcool au volant". De la même façon, la variable binaire "loi sur le port de la ceinture de sécurité" prend la valeur 0 de 1979 à 1989 et la valeur 1 de 1990 à 1999. Comme ces deux variables sont très corrélées puisque les deux variables binaires sont différentes seulement sur une période de deux années, nous ne retiendrons qu'une seule d'entre elles dans les modèles statistiques.

Le nombre de décès total considéré dans l'analyse est le nombre total de décès survenus pour les automobiles et les camions légers seulement pour la période 1989 à 1999 et pour les automobiles, camions légers et camions lourds pour la période 1979 à 1988. En effet, les données de la SAAQ ne nous permettent pas de distinguer les décès de conducteurs ou passagers de camions lourds de ceux de camions légers pour cette période. Le taux de port de la ceinture de sécurité est celui du conducteur. Selon l'étude de Vézina et al 1995, ce taux de port est relativement similaire à celui du passager à l'extrême droite de la banquette avant. Le Tableau 5 présente les données utilisées pour les analyses statistiques.

Tableau 5: Données pour les analyses statistiques de la série chronologique du nombre annuel de décès au Québec pour la période 1979 à 1999

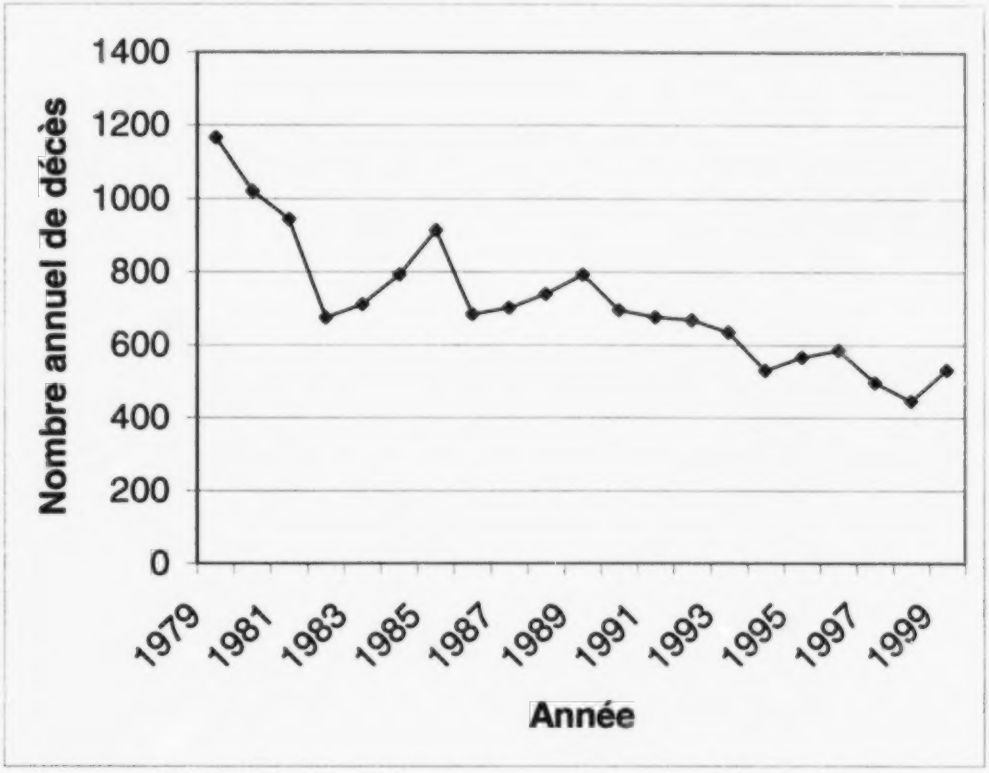
Année	Nombre total de décès (automobiles et camions légers)	Taux de port du conducteur (%)	Nombre de véhicules en circulation au 31 décembre	Kilométrage total (million)	Taux de décès par 10 000 véhicules	Taux de décès par 100 million de km
1979	1 166	42.6	2 114 811	41 092	5.51	2.84
1980	1 021	39.0	2 263 046	41 680	4.51	2.45
1981	945	40.7	2 331 505	41 106	4.05	2.30
1982	674	67.5	2 320 438	37 401	2.90	1.80
1983	710	60.4	2 393 196	38 445	2.97	1.85
1984	792	54.3	2 669 489	40 903	2.97	1.94
1985	915	53.4	2 741 589	43 004	3.34	2.13
1986	683	67.7	2 905 524	46 207	2.35	1.48
1987	701	85.8	3 078 781	50 289	2.28	1.39
1988	738	81.5	3 210 895	54 889	2.30	1.34
1989	793	81.6	3 265 245	58 611	2.43	1.35
1990	694	93.5	3 324 095	60 886	2.09	1.14
1991	676	92.8	3 381 770	61 932	2.00	1.09
1992	667	91.8	3 427 446	62 455	1.95	1.07
1993	635	92.6	3 460 791	66 155	1.84	0.96
1994	530	94.4	3 501 678	69 451	1.51	0.76
1995	566	92.7	3 530 247	70 306	1.60	0.81
1996	586	93.2	3 586 470	71 822	1.63	0.82
1997	497	93.8	3 640 689	73 555	1.37	0.68
1998	446	94.7	3 710 477	77 933	1.20	0.57
1999	531	94.9	3 776 984	75 826	1.41	0.70

3.1 Analyse descriptive

La Figure 6 présente le nombre total de décès par année qui est passé de 1 166 en 1979 à 531 en 1999 soit une diminution de 54%. Néanmoins, il faut noter que ce nombre a connu des pics en 1985 et 1989 au même moment où le taux de port de la ceinture de sécurité a connu des creux (Figure 7). De plus, la décroissance du nombre de décès en 1982 s'accompagne d'une hausse significative du taux de port. Durant les années 1983 à 1985 la baisse du taux de port de la ceinture a coïncidé avec une croissance du nombre de décès. De même la remontée du taux de port en 1986 et 1987 s'est accompagnée d'une diminution du nombre de décès. Notons que l'amélioration du bilan routier relativement à la mortalité

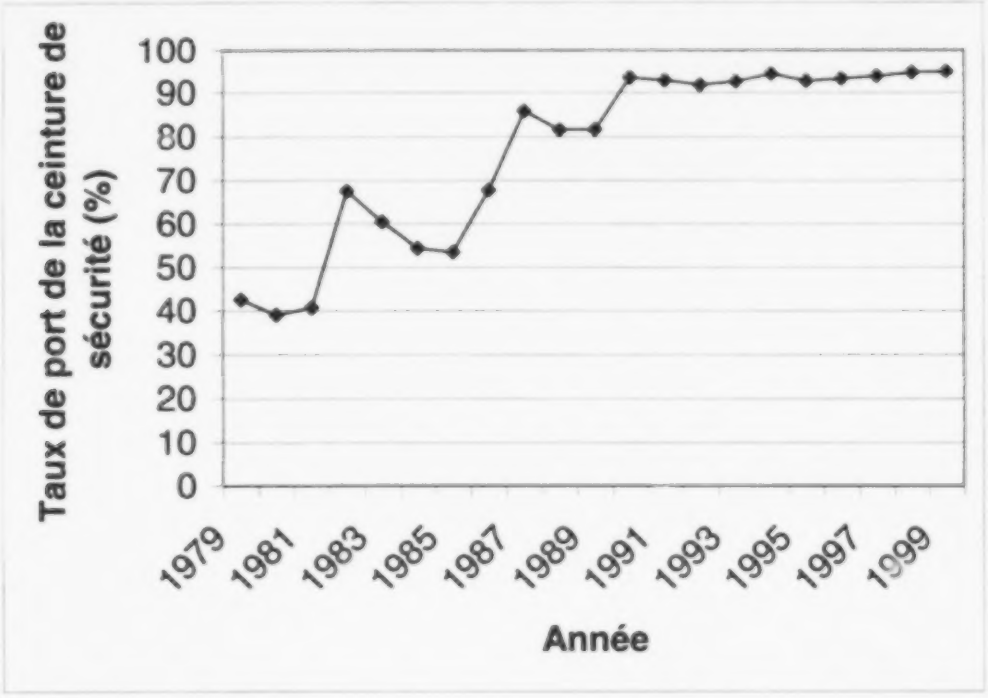
causée par les accidents de la route en 1986 peut être en partie expliquée par l'adoption de la loi sur l'alcool au volant (adoption le 29 août 1986).

Figure 6: Nombre total de décès des occupants de véhicules automobiles et camions léger au Québec par année



Le taux de port de la ceinture de sécurité est demeuré au delà de la barre des 90% à partir de l'année 1990. Cela coïncide avec l'inscription de deux points d'inaptitude au dossier du conducteur et l'augmentation de l'amende pour une infraction pour non-port de la ceinture de sécurité depuis le 1er janvier 1990.

Figure 7: Taux de port de la ceinture de sécurité au Québec par année



La conjonction de la décroissance du nombre annuel de décès à partir de l'année 1990 et la relative stabilité du taux de port de la ceinture de sécurité laisse à penser que la relation entre ces deux variables n'est pas simplement linéaire dans le temps mais nécessite de modéliser cette relation par des modèles englobant une structure d'autocorrélation ou que d'autres facteurs non disponibles pour ces analyses, comme la présence accrue de coussin gonflables dans les voitures, la fabrication de voitures plus sécuritaires, la présence policière sur les routes, les campagnes publicitaires sur les dangers de l'alcool au volant et la vitesse, ont fort probablement un effet sur le nombre de décès. Aussi, le faible nombre d'observations ne nous permet pas de tenir compte simultanément de plusieurs variables explicatives additionnelles pour analyser la série chronologique du nombre annuel de décès.

Les Figures 8, 9 et 10 montrent une nette décroissance du nombre total de décès et des taux de décès par 10 000 véhicules et par 100 million de kilomètres parcourus selon le taux de port de la ceinture de sécurité.

Figure 8: Nombre annuel de décès selon le taux de port de la ceinture

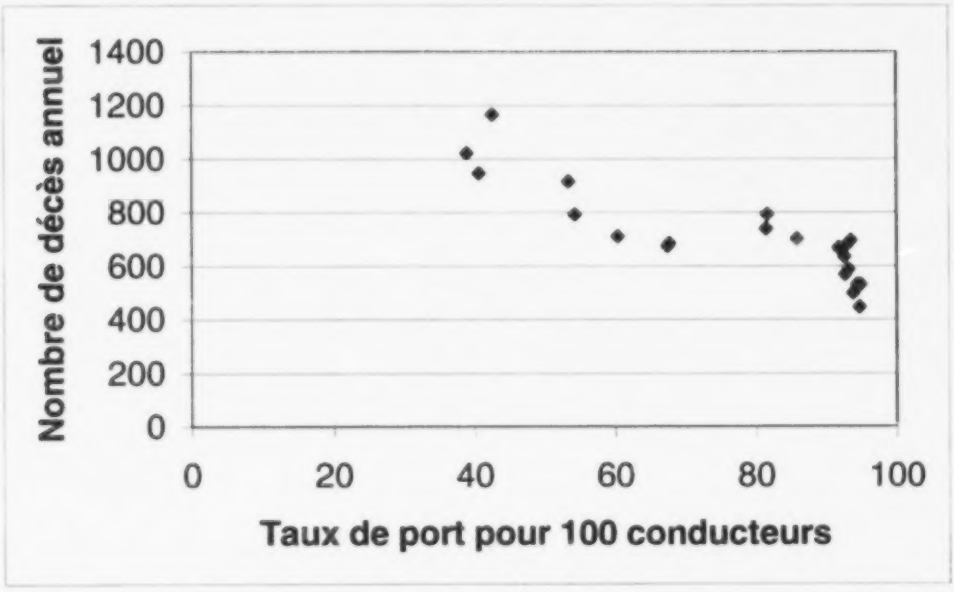


Figure 9: Taux de décès par 10 000 véhicules selon le taux de port de la ceinture

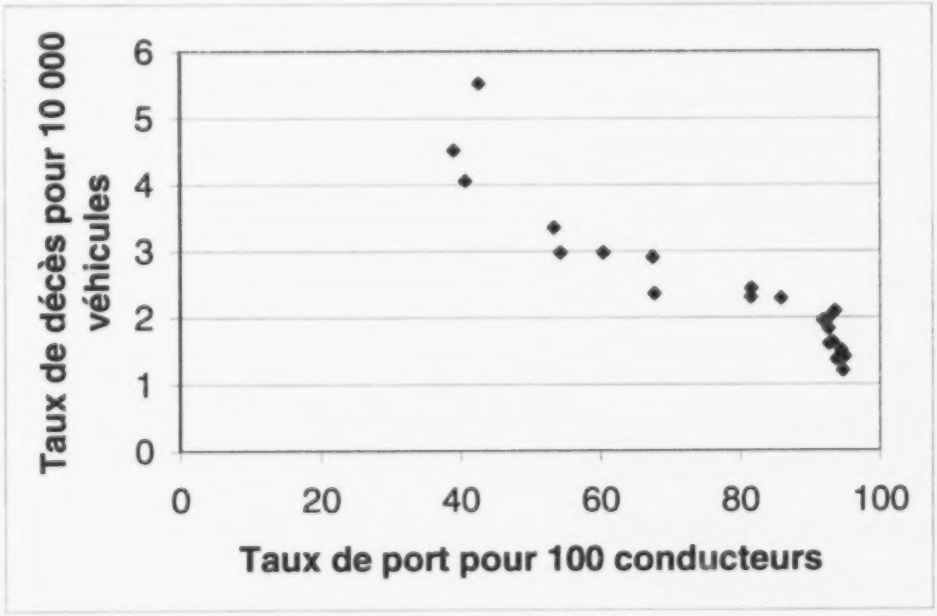
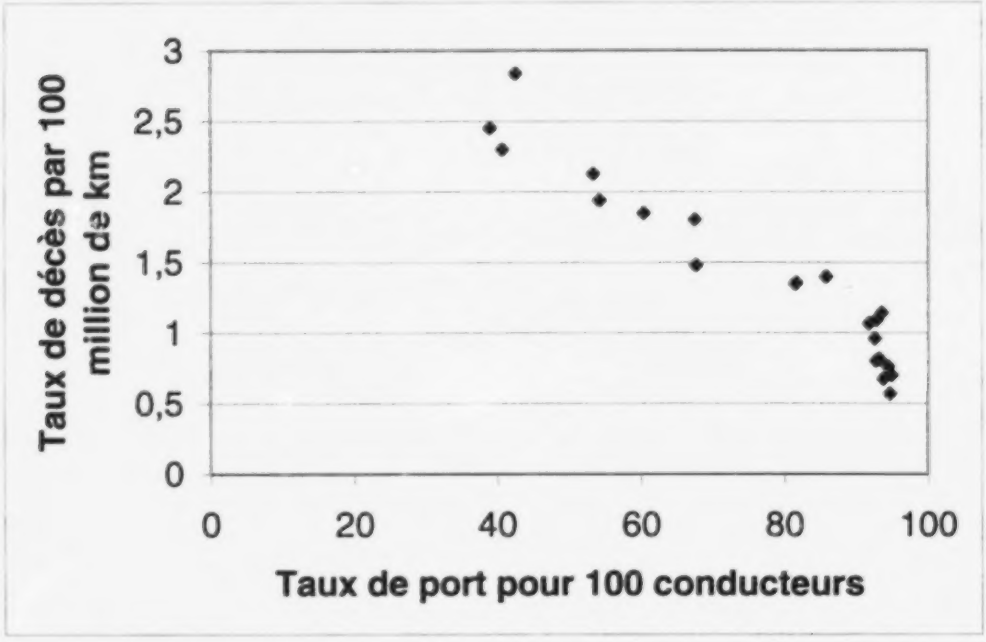


Figure 10: Taux de décès par 100 million de km selon le taux de port de la ceinture



3.2 Modèles de régression linéaire multiple avec erreurs autocorrélées

Comme analyses préliminaires, nous avons fait des régressions linéaires multiples sur chacune des trois variables dépendantes assorties d'un test de Durbin-Watson. Les variables explicatives utilisées dans les différents modèles sont le taux de port de la ceinture de sécurité, la loi contre l'alcool au volant et l'interaction entre le taux de port de la ceinture et la loi contre l'alcool. Dans tous les cas, soit le test de Durbin-Watson ne permettait pas de se prononcer sur la présence d'autocorrélation, soit il détectait la présence possible d'autocorrélation dans les erreurs. Pour cette raison, nous avons utilisé une structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs dans tous les modèles considérés. Les Tableaux 6, 7 et 8 présentent les résultats de ces modèles.

Tableau 6: Modèles de régression linéaire multiple pour le nombre de décès avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs.

Paramètre du modèle	Modèle 1			Modèle 2		
	Estimation	Écart-type	p-value	Estimation	Écart-type	p-value
Constante	1376.31	163.31	0.0011	1378.91	144.08	0.0004
Taux de port	-8.38	2.19	0.0016	-8.50	1.75	0.0018
Loi contre l'alcool au volant	58.71	618.02	0.9254			
interaction	-0.73	7.34	0.9220			

Tableau 7: Modèles de régression linéaire multiple pour le taux annuel de décès par 10000 véhicules avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs.

Paramètre du modèle	Modèle 1			Modèle 2		
	Estimation	Écart-type	p-value	Estimation	Écart-type	p-value
Constante	5.9990	0.684	<0.0001	5.666	0.810	0.0326
Taux de port	-0.0420	0.009	0.0003	-0.038	0.009	0.0005
Loi contre l'alcool au volant	-0.1780	2.691	0.9479			
interaction	-0.0018	0.032	0.9558			

Tableau 8: Modèles de régression linéaire multiple pour le taux annuel de décès par 100 million de kilomètres avec structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs.

Paramètre du modèle	Modèle 1			Modèle 2		
	Estimation	Écart-type	p-value	Estimation	Écart-type	p-value
Constante	3.4129	0.2626	<0.0001	3.708	0.2009	<0.0001
Taux de port	-0.0239	0.0042	<0.0001	-0.030	0.0025	<0.0001
Loi contre l'alcool au volant	0.5930	1.2004	0.6274			
interaction	-0.0097	0.0140	0.4973			

L'effet de la loi contre l'alcool au volant et son interaction avec le taux de port de la ceinture de sécurité sont statistiquement "non significatifs" au seuil de 5% dans tous les modèles que nous avons considérés. Quant à l'effet du taux de port de la ceinture de sécurité, il est toujours statistiquement "significatif". Ainsi nous considérons uniquement les modèles ayant comme variable indépendante le « taux de port de la ceinture de sécurité ».

Ainsi les modèles retenus (Modèle 2 des Tableaux 6, 7 et 8) indiquent, qu'à long terme, dans le contexte où le taux de port est passé de 40% à 95%, qu'une augmentation du taux de port de la ceinture de 1% est associée à une diminution moyenne de 8.5 décès annuellement, à une baisse moyenne du taux de décès par 10 000 véhicules de 0.038 ou à une baisse moyenne du taux de décès par 100 million de km de 0.030.

Ces résultats donnent seulement une idée approximative de l'effet bénéfique du port de la ceinture de sécurité sur une longue période. C'est une tendance à long terme. Comme dit précédemment, le nombre limité de points ne nous permettent pas de tenir compte de plusieurs autres facteurs pouvant expliquer la baisse du nombre de décès annuel. De plus, l'inspection des Figures 8 à 10 montrent clairement que la nature de la relation entre le taux de port et le nombre de décès a changé au cours des années 1990-1999. Ces années correspondent au franchissement de la barre du 90% en ce qui a trait au taux de port. Par conséquent, dans le contexte récent d'un taux de port supérieur à 90%, il n'est pas justifié de conclure à l'aide du modèle 2 que, par exemple, une hausse de 1% du taux de port devrait diminuer le nombre de décès de 8.5 en moyenne par année pour les années à venir.

À la section suivante, une méthode d'estimation du nombre de vies qui auraient pu être sauvées si le taux de port avait été plus élevé de 1% sera présentée. Cette méthode utilise une autre approche qui est basée sur les taux de décès des ceinturés et des non-ceinturés à partir des données dans les bases de données sur les accidents à la SAAQ.

4. APPROCHE UTILISANT DES ANALYSES DE RÉGRESSION LOGISTIQUE MULTIPLE

Dans la section précédente, nous avons estimé la contribution du port de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès au Québec en utilisant des données agrégées, essentiellement le nombre annuel de décès et une estimation du taux de port des conducteurs pour la période correspondante. Il s'agit d'un modèle macro qui ne tient pas compte du port de la ceinture chez les conducteurs ou les autres occupants victimes d'un accident de la route au Québec, d'où la pertinence de cette autre approche pour mieux estimer les vies sauvées par le port de la ceinture de sécurité. Nous présentons dans cette section des analyses de l'information contenue dans les fichiers informatisés du rapport d'accident de la SAAQ. Ces fichiers contiennent plusieurs informations pertinentes sur les occupants des véhicules impliqués dans un accident de la route qui nous permettent de mesurer la contribution du port de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès au Québec. Dans les modèles de régression logistique multiples nous introduisons donc plusieurs variables de contrôle pouvant influencer la probabilité de décès.

4.1 Source des données

La population à étudier est définie par les occupants des véhicules automobiles ou camions légers impliqués dans une collision avec au moins un blessé, dans la province du Québec, entre 1978 et 1999. Les données proviennent des fichiers informatisés de la SAAQ, construits à partir des rapports de police d'accidents.

Pour chacun des occupants, mort, blessé ou ayant aucune blessure apparente, nous avons extrait l'information quant au port ou non de la ceinture de sécurité. Plus précisément, l'unité d'analyse ici est l'occupant d'un véhicule impliqué dans un accident de la route avec au moins un blessé au Québec entre 1978 et 1999. Depuis le nouveau rapport de police en 1988, la variable « ceinture de sécurité » n'est plus saisie par le policier lors des accidents avec dommages matériels seulement. Par conséquent, nous avons limité l'acquisition des données aux occupants des véhicules impliqués dans un accident avec au moins un blessé entre 1978 et 1999 au Québec. Les informations obtenues des fichiers informatisés du rapport de police sur chaque occupant portent sur un total de 33 variables dont les plus importantes pour cette étude sont : l'état de l'occupant (décédé ou non) qui est la variable dépendante dans le modèle de régression logistique, le port de la ceinture de sécurité, le genre d'accident, la vitesse limite autorisée, la catégorie de route, la fonction (conducteur, passager avant, etc.), le moment de l'accident, le type d'impact, l'âge de l'occupant, l'année du véhicule, la masse du véhicule, le sexe de l'occupant et l'année de l'accident. La

présence ou non de coussins gonflables peut aussi avoir un effet sur l'état de l'occupant lors d'un impact mais cette variable n'est pas encore disponible dans le rapport d'accident. Cependant l'année du véhicule servira comme « proxy » de cette variable.

4.2 Analyse descriptive des variables explicatives du modèle de régression logistique

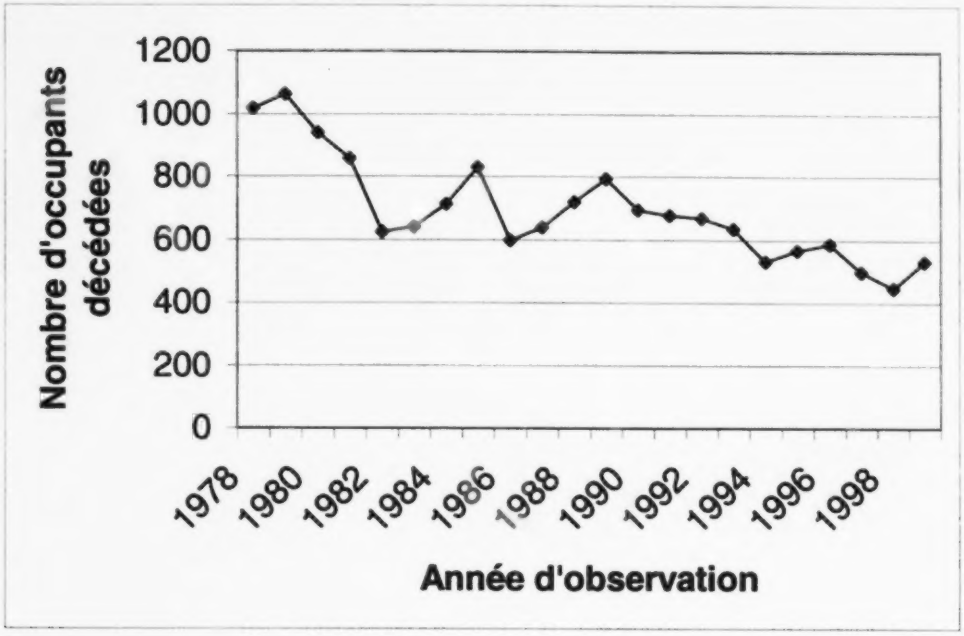
4.2.1 État de l'occupant

Les unités d'observation de notre étude sont les individus impliqués dans un accident de la route au Québec avec au moins un blessé. On désigne par la suite les unités d'observation sous le vocable d'occupants de véhicules automobiles ou camions légers victimes d'accident. Nous avons enregistré un total de 1 692 191 occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé au Québec de 1978 à 1999. On note également, dans notre base de données, que l'état de 184 776 occupants est inconnu ce qui représente près de 11% des occupants. Il est évident que ces occupants sont non décédés et fort probablement sans blessure apparente. Nous avons donc recodé leur état comme sans blessure apparente dans la base de données. Puisque notre étude porte sur les occupants âgés de cinq ans et plus, nous ne retiendrons que les 1 663 631 occupants victimes d'accidents qui respectent ce critère d'âge sur les 1 692 191 occupants de la base de données. Parmi ces occupants, 15 254 sont décédés. Le Tableau 9 nous donne une répartition des occupants selon leur état.

Tableau 9: Distribution de l'état des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé, Québec 1978 à 1999

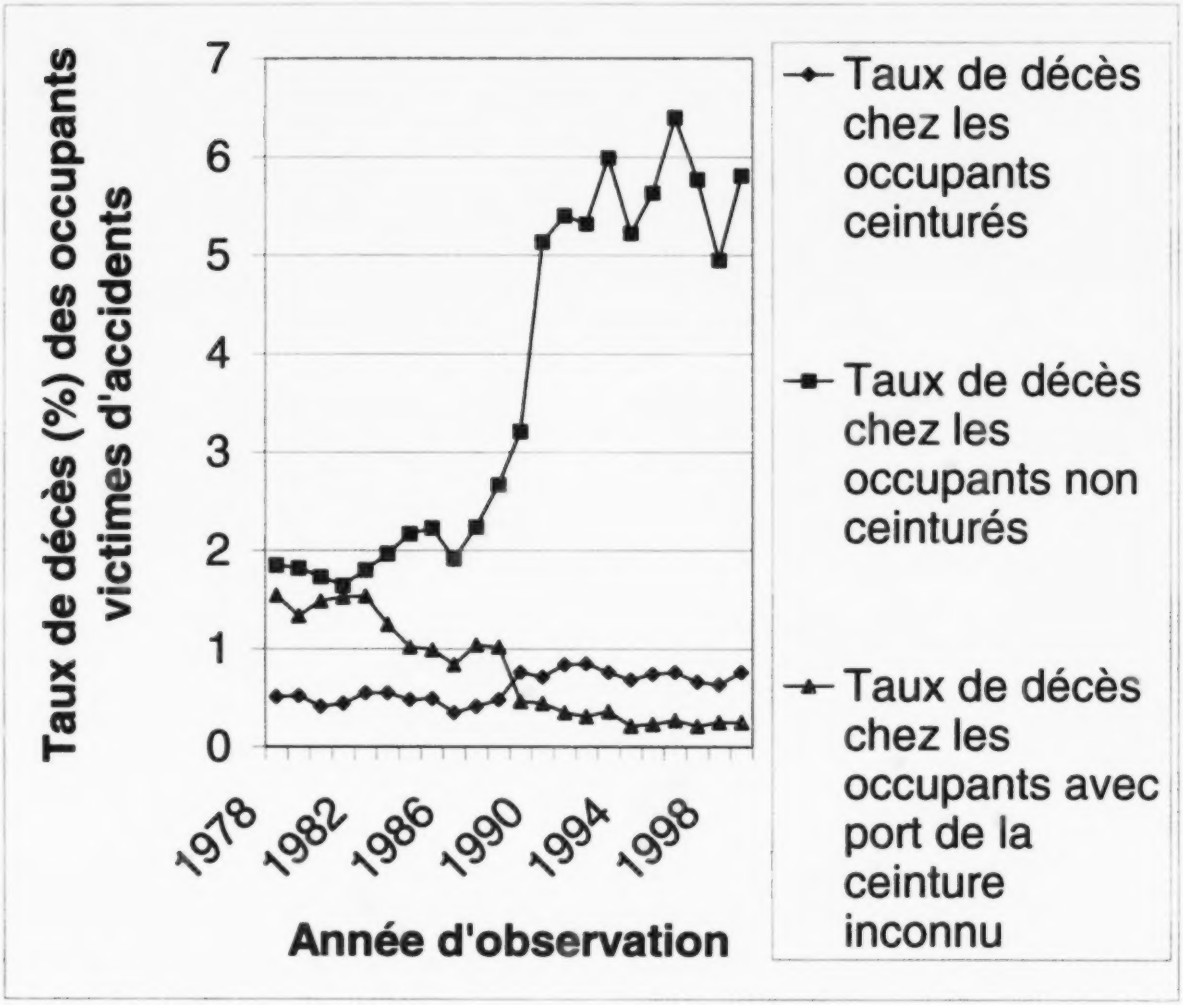
Variable	Effectif	Fréquence relative (%)
État de l'occupant		
Décédé	15 254	0.92
Blessée grièvement	89 453	5.37
Blessée légèrement	706 211	42.45
Sans blessure apparente	852 713	51.26
Total	1 663 631	100.00

Figure 11: Nombre annuel de décès parmi les occupants victimes d'accidents sur les routes du Québec pour la période 1978-1999



La Figure 11 montre une nette diminution du nombre annuel de décès sur les routes du Québec entre 1978 et 1999. Ce nombre est passé de 1 017 à 531. Par ailleurs, afin de comparer le taux de mortalité chez les occupants ceinturés et les non ceinturés, considérons la Figure 12 décrivant les taux de décès des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé. Il apparaît que le taux de décès chez le sous groupe des ceinturés, même s'il n'est pas décroissant dans le temps, fait montre d'une relative stabilité. A l'inverse le taux de décès chez les occupants non ceinturés est plus élevé et a une allure croissante exponentielle jusqu'en 1990 avant d'atteindre un certain plateau par la suite. La plus grande variabilité observée dans les taux de décès pour les non ceinturées à partir de 1990 est principalement due aux nombres beaucoup plus petits d'occupants non ceinturés à cause des taux de port élevés.

Figure 12: Taux de décès, selon le port ou non de la ceinture de sécurité, des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé sur les routes du Québec pour la période 1978-1999



Rappelons que la contribution du port de la ceinture de sécurité à la diminution du risque de décès lors d'accident de la route peut être estimée à l'aide du risque relatif (RR) ou du rapport de cotes (OR). Un OR ou RR de k implique que le risque de décéder dans un accident est k fois plus élevé si l'occupant ne porte pas la ceinture que s'il la porte. Dans nos commentaires, on dira aussi que le non port de la ceinture augmente le risque de décéder dans un accident d'un facteur k. On peut également calculer l'indice d'efficacité, associé à la ceinture, qui détermine le pourcentage de réduction de la proportion des occupants décédés non ceinturés s'ils avaient porté la ceinture. Sa formule est donnée par (Evans 1986):

$$Indice\ d'efficacité = \left(\frac{risque\ relatif - 1}{risque\ relatif} \right) \text{x } 100\%.$$

Les Figures 13 et 14 montrent l'évolution temporelle du risque relatif, estimé par le rapport de cotes (OR), et de l'indice d'efficacité de la ceinture de sécurité. Le risque relatif est de 3.7 en moyenne pour la période 1978-1983 et de 8.6 pour la période 1996-1999 (Figure 13). De même, l'indice d'efficacité moyen est de 73% pour la période 1978-1983 pour passer à 88% en 1996-1999 (voir Figure 14). Cette amélioration de l'efficacité du taux de port de la ceinture, mieux connu dans la littérature sous le vocable de «recrutement sélectif » (Evans 1987) montre une croissance du nombre de vies sauvées au fur et à mesure que le taux de port augmente. Le nombre de vies sauvées étant la diminution du nombres d'occupants décédés non ceinturés s'ils avaient porté la ceinture de sécurité.

Figure 13: Risque relatif de décéder, lors d'un accident avec au moins un blessé, pour les occupants non porteurs relativement aux porteurs de la ceinture de sécurité

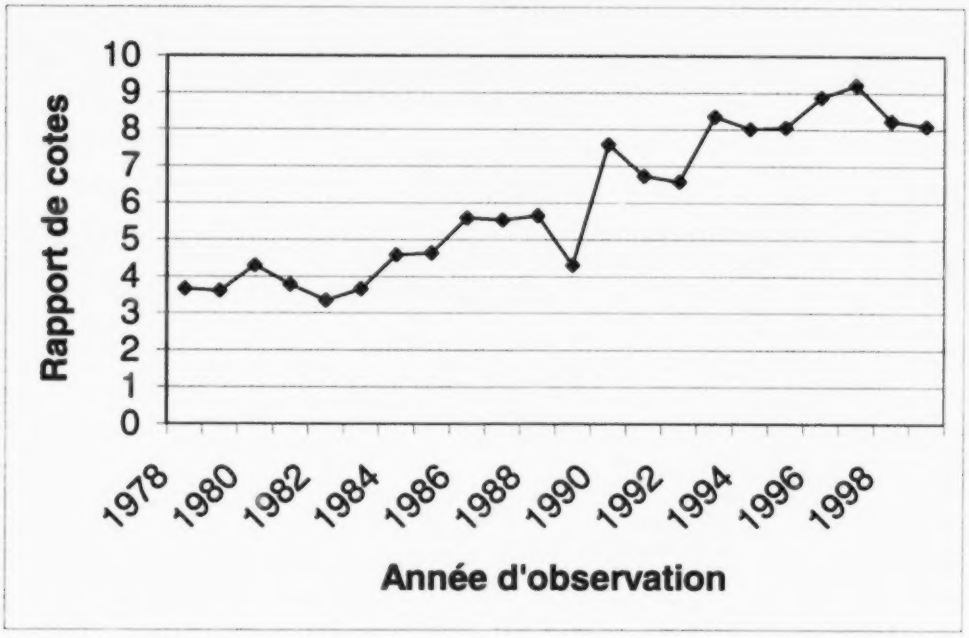
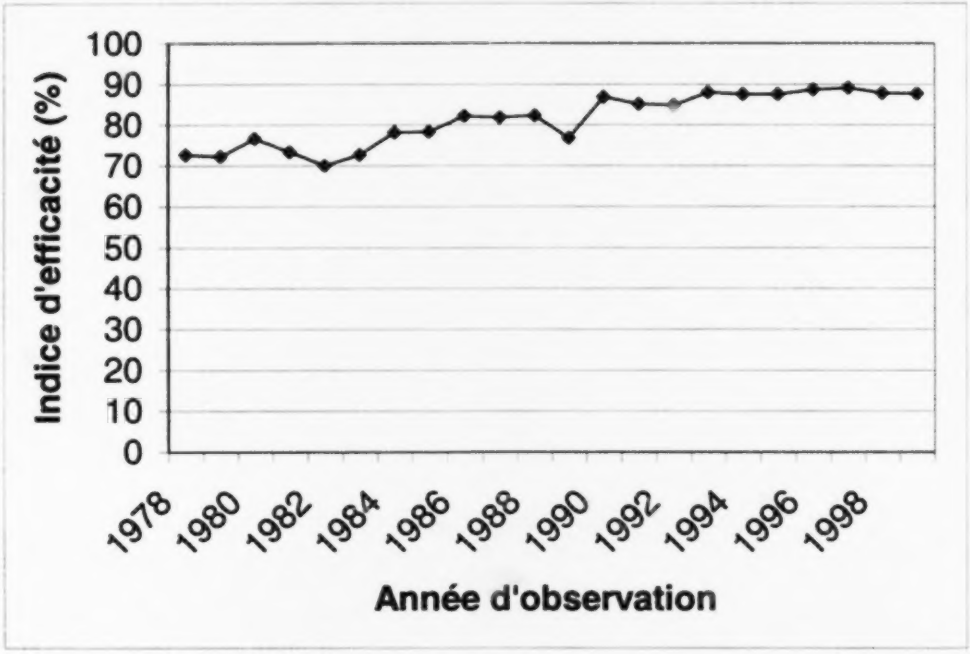


Figure 14: Indice d'efficacité du port de la ceinture de sécurité lors d'un accident avec a moins un blessé



Cette analyse temporelle descriptive de la protection apportée par le port de la ceinture est exploratoire en ce sens que cette mesure de l'efficacité ne tient pas compte de facteurs externes très importants comme les caractéristiques intrinsèques de l'occupant (âge, sexe) ou des conditions d'accidents comme la zone de vitesse autorisée, le genre d'accidents, le type d'impact, la fonction de l'occupant, etc…

4.2.1.1 Estimation du nombre de vies sauvées :

Le but de cette section est de donner une estimation du nombre de vies qui auraient pu être sauvées (*NVS*) annuellement pour la période 1978-1999 si le taux de port des occupants impliqués dans un accident ayant au moins un blessé avait été plus élevé de 1% globalement. Le Tableau 10 donne cette estimation qui est obtenue à partir de la distribution des données des fichiers informatisés de la SAAQ (Voir Annexe 1). Par exemple, en 1990, on estime qu'il y aurait eu 24.0 décès de moins si le taux de port chez les occupants impliqués dans un accident avec au moins un blessé avait été plus élevé de 1%.

Tableau 10: Estimation du nombre de vies sauvées par année pour une augmentation de 1% du taux de port de la ceinture de sécurité à chaque année.

Année	Taux de port des occupants	Estimation du nombre de vies sauvées si taux de port plus élevé de 1% cette année là
1978	56.8	10.3
1979	57.4	10.9
1980	59.9	10.7
1981	61.8	8.9
1982	74.0	7.0
1983	75.8	8.3
1984	75.7	11.3
1985	74.9	13.3
1986	78.1	11.4
1987	84.7	14.1
1988	86.0	16.6
1989	83.7	15.0
1990	90.3	24.0
1991	92.3	23.7
1992	92.5	23.3
1993	93.1	27.1
1994	93.6	23.2
1995	93.9	25.1
1996	94.1	28.1
1997	94.4	25.1
1998	94.6	20.5
1999	94.9	24.5

En utilisant la notation introduite au Tableau 1, la formule utilisée pour obtenir ces estimations est la suivante (Voir Annexe 2):

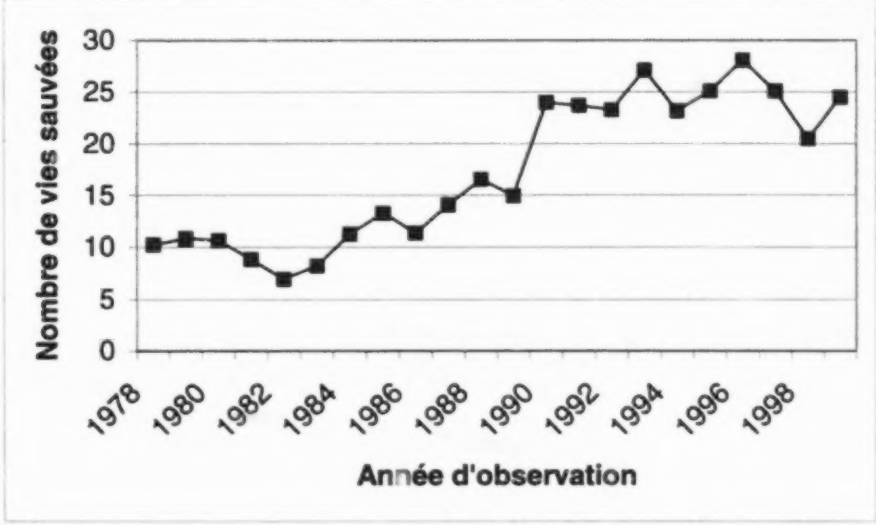
$$NVS=I*(0,01)*(a+b*RR)$$

où *I* est l'indice d'efficacité de la ceinture exprimé en proportion. La quantité $(0,01)*(a+b*RR)$ représente le nombre de non-porteurs parmi les *a* décédés qui auraient porté la ceinture si le taux de port global avait

été plus élevé de 1%. En multipliant ce nombre par *I*, l'indice d'efficacité de la ceinture, on obtient le nombre de vies qui auraient été sauvées.

La Figure 15 montre l'évolution dans le temps de ce nombre de vies qui aurait pu être sauvées. Il est clair que ce phénomène se comporte différemment depuis que le taux de port est au dessus de la barre des 90%, c'est-à-dire pour les années 1990-1999. C'est pourquoi, nous allons seulement utiliser ces 10 années pour estimer le nombre de vies qui pourraient être sauvées si le taux de port des occupants impliqués dans un accident avec au moins un blessé augmentait de 1%. La moyenne du nombre de vies sauvées annuellement pour ces 10 années est de 24.5.

Figure 15: Estimation du nombre de vies sauvées annuellement si le taux de port au Québec avait été plus élevé de 1% à chaque année.



Dans le contexte actuel d'un taux de port se situant entre 90% et 95%, et sous l'hypothèse que les caractéristiques des accidents des non-ceinturés et des ceinturés sont en moyenne comparables, nous estimons donc que 24.5 vies pourraient être sauvées annuellement si le taux de port de la ceinture de sécurité des occupants impliqués dans un accident avec au moins un blessé augmentait de 1%.

Une limite de l'approche utilisée est qu'elle ne tient pas compte de la gravité des accidents. Il est possible que les occupants qui ne portaient pas la ceinture sont impliqués dans des types d'accidents différents de

ceux qui la portent et que, par conséquent, les bénéfices du port de la ceinture pourraient être différents pour ces personnes.

Les prochaines sections présentent l'analyse de l'efficacité de la ceinture de sécurité en fonction de plusieurs de ces facteurs pris séparément, pour la période 1978-1999.

4.2.2 Port de la ceinture de sécurité

Rappelons que le taux de port au Québec a été estimé en octobre 1999 à 94.9% pour l'ensemble des occupants de véhicules légers (Enquête 1999 de Transports Canada). Le taux de port des occupants est calculé par le programme de Transports Canada qui surveille les taux de port de la ceinture de sécurité au Canada au moyen d'une enquête annuelle. Les enquêtes annuelles utilisent des échantillons comparables et obtenues par des investigations en des emplacements déterminés selon la province, le genre de route et la taille de l'agglomération. D'après nos résultats, le taux de port était de 91.7% pour l'ensemble des occupants victimes d'accidents pour l'année 1999 lorsqu'on ne tient pas compte de la catégorie "*non précisée*". La Figure 16 montre l'évolution temporelle du taux de port pour l'ensemble des occupants et les Figures 17a et 17b pour les deux groupes d'occupants victimes d'accidents: occupants non décédés et occupants décédés. Dans la Figure 17a les occupants avec port de la ceinture « non précisé » sont inclus dans le total de référence pour les calculs des taux de port, tandis qu'ils sont exclus des calculs dans la présentation des taux de port des occupants décédés dans la Figure 17b. L'allure croissante par paliers est typique (voir Dussault 1993). Elle reflète les effets de campagnes de promotion et de publicité pour l'obligation du port de la ceinture (1981 et 1986) et l'inscription de deux points d'inaptitude au dossier du conducteur pour non port de la ceinture (janvier 1990). À noter également une différence de taux de port d'environ 30% annuellement entre les occupants non décédés et décédés pour la période de l'étude. Il semble se dessiner à partir de l'année 1994 une très faible croissance, aussi bien chez les occupants décédés que chez les non décédés, qui traduit un effet de saturation pour le port de la ceinture.

Figure 16: Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents

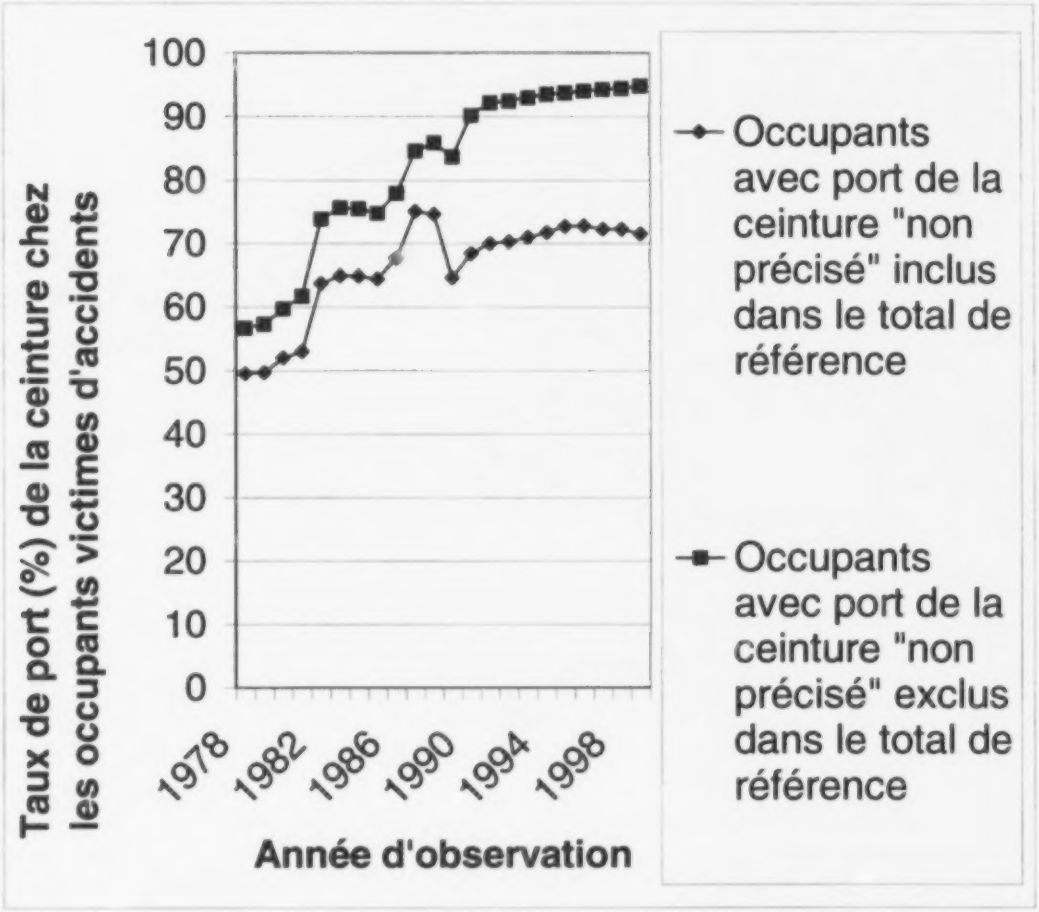
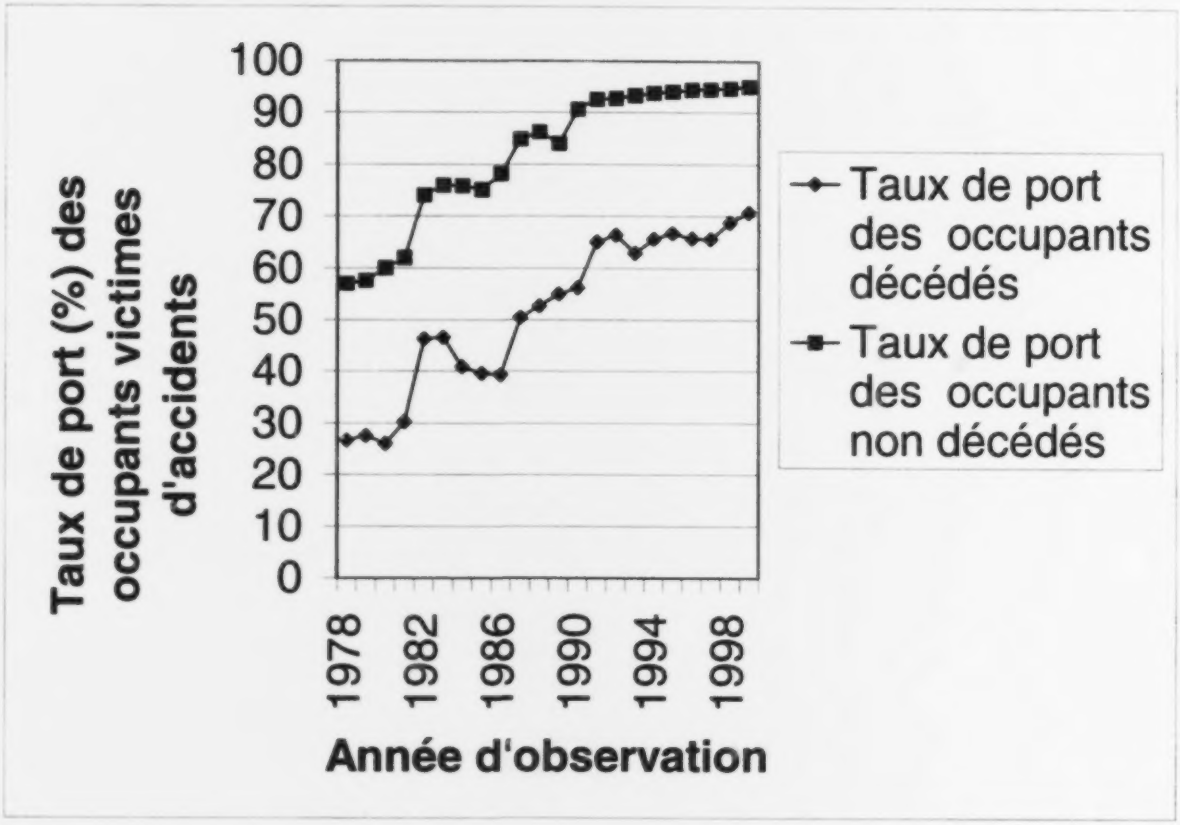


Figure 17a: Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents selon leur état; occupants avec port de la ceinture « non précisé » inclus dans le total de référence.

Figure 17b: Taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants victimes d'accidents selon leur état; occupants avec port de la ceinture « non précisé » exclus des calculs.



Le taux de port de la ceinture de sécurité sur la période d'étude de 22 années, soit 1978-1999, est de 79.85%. Ce taux est de 65.54 %, comme l'indique le Tableau 11, lorsqu'on considère les occupants pour lesquels on n'a pas d'information sur le port de la ceinture dans le total de référence. Il faut noter que depuis 1990, le taux de port de la ceinture de sécurité a toujours été au-dessus de la barre des 90% alors qu'avant 1986, il était inférieur à 80%. Cette augmentation considérable du taux de port s'explique par de nombreuses campagnes de sensibilisation et par le renforcement des lois sur le port de la ceinture. Plus tard, dans la suite de notre étude, nous ferons une analyse plus approfondie de l'effet de la ceinture de sécurité au cours des dernières années 1994-1999. Le taux de décès sur toute la période d'étude est de 0.92%. On note au Tableau 12 un taux de décès de 0.60% chez les porteurs de ceinture de sécurité contre 2.42% chez les non porteurs. Ainsi globalement, sans tenir compte des variables de contrôle pouvant

influencer la relation entre le taux de port et le décès des victimes d'accident, le risque relatif de décéder pour non port de la ceinture est de 4.11 (IC au niveau 95% : [3.97 ; 4.26]) .

Tableau 11: Taux d'utilisation de la ceinture de sécurité de 1978-1999

Variable explicative	Effectif	Fréquence relative (%)
Utilisation de la ceinture		
Port	1 090 377	65.54
Non port	275 221	16.55
Non précisée	298 033	17.91
Total	1 663 631	100.00

Tableau 12 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité de 1978-1999

Variable	Utilisation de la ceinture					
	Oui		Non		Non précisée	
État de l'occupant	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Décédé	6 535	0.60	6 657	2.42	2 062	0.69
Blessée grièvement	53 121	4.87	24 742	8.99	11 590	3.89
Blessée légèrement	529 702	48.58	131 137	47.65	45 372	15.22
Sans blessure apparente	501 019	45.95	112 685	40.94	239 009	80.20
Total	1 090 377	100.00	275 221	100.00	298 033	100.00

4.2.3- Moment de l'accident

Nous avons regroupé les heures des accidents en deux périodes à savoir le jour et la nuit. Tous les accidents qui ont lieu de 7h00 à 20h59 sont considérés comme accident de jour et tous ceux qui ont lieu de 21h00 à 6h59 sont considérés des accidents de nuit dans cette étude. Ainsi, près de 74% des accidents de notre étude sont des accidents de jour (voir Tableau 13), mais les taux de décès sont les plus élevés lors d'accidents survenus durant la nuit (1.52 contre 0.70). Nous notons que le taux de port de la ceinture durant le jour est supérieur à celui de la nuit (68.07 % contre 58.46%). De plus, on constate au Tableau 13 qu'en période de jour les porteurs de la ceinture de sécurité ont un taux de décès de 0.53% contre 1.86% pour les non porteurs; durant la nuit, le taux de décès passe à 0.85% chez les porteurs de la ceinture et à 3.32% chez les non porteurs. Cependant, pour les occupants victimes d'accidents que nous n'avons pas pu classer comme accident de jour ou de nuit, on note un taux de décès (4.83%) beaucoup plus élevé chez les non porteurs de la ceinture de sécurité que chez les porteurs (0.71%).

Tableau 13: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le moment de l'accident de 1978 à 1999. N=1 663 631

Moment et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Jour (7h00 à 20h59) N=1 228 766 (73.86%)					
Oui	832 044	4 397	836 441	(68.07)	0.53
Non	168 402	3 189	171 591	(13.96)	1.86
Non précisé	219 658	1 076	220 734	(17.96)	0.49
Nuit (21h00 à 6h59) N=423 796 (25.47%)					
Oui	245 644	2 094	247 738	(58.46)	0.85
Non	98 584	3 388	101 972	(24.06)	3.32
Non précisé	73 131	955	74 086	(17.48)	1.29
Non précisé N=11 069 (0.67%)					
Oui	6 154	44	6 198	(55.99)	0.71
Non	1 578	80	1 658	(14.98)	4.83
Non précisé	3 182	31	3 213	(29.03)	0.96

N=Nombre d'occupants

Le Tableau 14 présente les risques relatifs de décéder pour non port de la ceinture de sécurité pour les deux périodes jour et nuit. Ainsi le non port de la ceinture de sécurité augmente le risque de décéder d'un coefficient de 3.58 lors d'un accident de jour et de 4.03 lors d'un accident de nuit. Bien que les risques relatifs calculés ne sont pas ajustés pour les autres facteurs de risques, il n'existe pas une grande différence dans le risque associé au non port de la ceinture durant les périodes nuit et jour. Le Tableau 15 compare le risque relatif de décéder des occupants dont on ne détient pas d'information sur leur port de la ceinture (relativement aux porteurs) pour les deux périodes nuit et jour.

Tableau 14: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le moment de l'accident.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Moment de l'accident			
7h00 à 20h59	***3.58	[3.42 ; 3.75]	72.07
21h00 à 6h00	***4.03	[3.82 ; 4.26]	75.19
Non précisé	***7.10	[4.89 ; 10.29]	85.92

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 15 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le moment de l'accident.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Moment de l'accident			
7h00 à 20h59	**0.93	[0.87 ; 0.99]	-7.53
21h00 à 6h00	***1.53	[1.42 ; 1.65]	34.64
Non précisé	1.36	[0.86 ; 2.16]	26.47

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.4- Catégorie de route

Depuis le 1er septembre1988, les modalités de la variable «catégorie de route utilisée» sont passées de 13 à 8 dans le rapport d'accident de police. Nous avons reclassé les 13 modalités d'avant le 1er septembre 1988 dans les 8 nouvelles modalités définies dans la dernière version du rapport d'accident de police. Par la suite, nous avons regroupé ces 8 dernières modalités en cinq modalités de la façon suivante :

1= Route numérotée (1)

-Autoroute ou route à accès limités (11)

-Route à chaussée séparée (12)

-Route à deux voies (13)

-Route à voies multiples (14)

-Voie d'accès (15)

-Voie de sortie (16)

2= Rue (2)

-Carrefour directionnel (17)

Chemin (3)

-Sentier (32)

Ruelle (4)

-Ruelle (18)

3= Chemin forestier/minier (5)

4= Autres (34)

-Terrain de stationnement (6)

-Champ (29)

-Cours d'eau (30)

-Lac (31)

-Voie ferrée (33)

5= Non précisée: Données manquantes (35)

Dans le Tableau 16 ci-dessous, on remarque que près de 95% des accidents ont eu lieu sur deux catégories de route seulement à savoir la catégorie « route numérotée » et la catégorie « rue, chemin, ruelle ». Le taux de port de la ceinture de sécurité enregistre le meilleur score sur la catégorie de route «rue, chemin, ruelle» avec 68.35%. Le taux de port est de 65.33% chez les occupants sur route numérotée et 60.13% sur chemin forestier / minier. Il faut par contre prendre en note que malgré le faible nombre d'accidents survenus sur les chemins forestiers et miniers, cette catégorie de route a enregistré des taux de décès plus élevés en comparaison avec les taux de décès de la « route numérotée» ou de la catégorie «rue, chemin, ruelle».

À présent, examinons si le rendement du port de la ceinture pour réduire la probabilité de décéder dans un accident présente des différences suivant la catégorie de route où a eu lieu l'accident. Le calcul des risques relatifs montre au Tableau 17 que le rendement du port de la ceinture est meilleur par ordre d'importance pour la catégorie « rue, chemin ou ruelle» (OR=10.34), puis le chemin forestier ou minier (OR=6.98) et ensuite la route numérotée (OR=3.34). Ainsi, notons que même si le chemin forestier ou minier est une route plus dangereuse que la route numérotée comme le montre le Tableau 16 puisque le taux de décès est plus important aussi bien chez les ceinturés (1.14 contre 0.73) que chez les non ceinturés (7.46 contre 2.40), le port de la ceinture de sécurité y est plus efficace. En effet, le non port de la ceinture augmente le risque de décès d'un facteur de 6.98 pour un accident sur un chemin forestier comparativement à 3.34 pour un accident sur une route numérotée.

Le Tableau 18 donne les risques relatifs de décéder des occupants dont on ne détient pas d'information sur leur port de la ceinture (relativement aux porteurs) pour les différentes catégories de routes.

Tableau 16 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la catégorie de route de 1978 à 1999. N=1 663 631

Catégorie de route et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Route numérotée N=1 156 721 (69.53%)					
Oui	750 179	5 541	755 720	(65.33)	0.73
Non	230 527	5 678	236 205	(20.42)	2.40
Non précisé	163 031	1 765	164 796	(14.25)	1.07
Rue, chemin, ruelle N= 420 751 (25.29%)					
Oui	286 716	851	287 567	(68.35)	0.30
Non	24 443	750	25 193	(5.99)	2.98
Non précisé	107 781	210	107 991	(25.67)	0.19
Chemin forestier/minier N= 2 478 (0.15%)					
Oui	1 473	17	1 490	(60.13)	1.14
Non	608	49	657	(26.51)	7.46
Non précisé	325	6	331	(13.36)	1.81
Autres N= 53 779 (3.23%)					
Oui	28 942	89	29 031	(53.98)	0.31
Non	10 189	138	10 327	(19.20)	1.34
Non précisé	14 359	62	14 421	(26.82)	0.43
Non précisée N= 29 902 (1.80%)					
Oui	16 532	37	16 569	(55.41)	0.22
Non	2 797	42	2 839	(9.49)	1.48
Non précisé	10 475	19	10 494	(35.09)	0.18

N=Nombre d'occupants

Tableau 17 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la Catégorie de route.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Catégorie de route			
Route numérotée	***3.34	[3.21 ; 3.46]	70.06
Rue, chemin, ruelle	***10.34	[9.36 ; 11.41]	90.33
Chemin forestier/minier	***6.98	[3.99 ; 12.22]	85.67
Autres	***4.40	[3.37 ; 5.76]	77.27
Non précisé	***6.71	[4.31 ; 10.46]	85.10

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 18: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la Catégorie de route.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Catégorie de route			
Route numérotée	***1.47	[1.39 ; 1.55]	31.97
Rue, chemin, ruelle	***0.66	[0.56 ; 0.76]	-51.52
Chemin forestier/minier	1.60	[0.63 ; 4.09]	37.5
Autres	**1.40	[1.02 ; 1.94]	28.57
Non précisé	0.81	[0.47 ; 1.41]	-23.46

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.5- Genre d'accident

Cette variable avait initialement 31 modalités. Nous avons effectué les regroupements de modalités ci-dessous:

1= Collision avec véhicule routier
- -Véhicule routier (1)

2= Collision avec objet fixe
- -Lampadaire / poteau (7)
- -Borne fontaine (8)
- -Arbre (9)
- -Garde-fou (10)
- -Poteau de signalisation (11)
- -Édifice / mur (12)
- -Bordure / trottoir (13)
- -Clôture (14)
- -Pilier (Pont, tunnel) (15)
- -Terre plein /ban. med. / îlot (16)

-Remblai / talus / fossé (17)
-Ban de neige (18)
-Excavation/trou (19)
-Trou d'homme/puisard (20)
-Barricade/sig. tempo./ born. mobi. (21)
-Amortisseur d'impact (32)
-Autres: collisions ou objets fixes (33)
-Autres objets fixes (22)

3= Sans collision
-Capotage (33)
-Quitter la chaussée (26)

4= Autres: Collision
-Piéton (2)
-Non motorisé (4)
-Animal (5)
-Autres collision (6)
-Obstacle temporaire (31)

5= Autres sans collision ou train
-Train (3)
-Submersion (24)
-feu/explosion (25)
-Autres sans collision (27)

Le Tableau 19 montre que les occupants victimes de collisions avec véhicule routier et de collisions avec objet fixe représentent environ 80% des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé. Environ 7 occupants sur 10 ont subi leur accident avec un antagoniste qui est un véhicule routier, 8 sur 100 ont eu une collision avec un objet fixe et 7 sur 100 ont subi un capotage ou une sortie de route. Le taux de port de la ceinture de sécurité lors de collision avec un objet fixe est de 59.37%, et de 67.58% lors d'une collision avec un véhicule routier. Il est un peu plus élevé pour les capotages ou sorties de route avec 69.98%.

Les types de collision les plus meurtrières sont celles avec un objet fixe et pour capotage ou sortie de route avec plus de 2 décès sur 100 occupants victimes d'accidents en moyenne. Les accidents avec véhicule routier enregistrent près de 1 décès sur 100 occupants victimes d'accidents.

Tableau 19 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le genre d'accident de 1978 à 1999. N=1 663 631

Genre d'accident et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Collision avec véhicule routier N=1 177 971 (70.81%)					
Oui	791 706	4 417	796 123	(67.58)	0.55
Non	173 068	3 022	176 090	(14.95)	1.72
Non précisé	204 572	1 186	205 758	(17.47)	0.58
Collision avec objet fixe N= 136 651 (8.21%)					
Oui	80 112	1 013	81 125	(59.37)	1.25
Non	40 277	1 601	41 878	(30.65)	3.82
Non précisé	13 182	466	13 648	(9.99)	3.41
Sans collision: capotage ou sortie de route N= 116 784 (7.02%)					
Oui	81 078	653	81 731	(69.98)	0.80
Non	25 821	1 541	27 362	(23.43)	5.63
Non précisé	7 463	228	7 691	(6.59)	2.96
Autres: collision N= 209 118 (12.57%)					
Oui	116 614	252	116 866	(55.89)	0.22
Non	24 875	235	25 110	(12.01)	0.94
Non précisé	67 060	82	67 142	(32.11)	0.12
Autres: sans collision N= 7 428 (0.45%)					
Oui	4 201	126	4 327	(58.25)	2.91
Non	1 685	167	1 852	(24.93)	9.02
Non précisé	1 178	71	1 249	(16.81)	5.68
Non précisé N= 15 679 (0.94%)					
Oui	10 131	74	10 205	(65.09)	0.73
Non	2 838	91	2 929	(18.68)	3.11
Non précisé	2 516	29	2 545	(16.23)	1.14

N=Nombre d'occupants

L'examen des taux de décès chez les deux cohortes porteurs et non-porteurs montre que le port de la ceinture préserve sûrement la vie mais de manière différente suivant le genre d'accident subi. En effet le taux de décès chez les ceinturés est inférieur à celui des non-ceinturés et ceci pour tous les genres

d'accident. Néanmoins comme le montre le Tableau 20, pour les capotages ou sortie de route le non port de la ceinture augmente le risque de décéder d'un facteur de 7.41 alors que l'augmentation du risque est de l'ordre de 3 pour les autres types d'accident sauf pour « *autres : collision* » et « *non précisé* » où on a des risques relatifs de 4.37 et 4.39 respectivement. Ainsi le port de la ceinture protège davantage dans le cas de capotage ou sortie de route, ce qui confirme les résultats de CLN (1988) et Huelke (1977).

Tableau 20 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	***3.13	[2.99 ; 3.28]	68.05
Collision avec objet fixe	***3.14	[2.90 ; 3.40]	68.15
Capotage ou sortie de route	***7.41	[6.76 ; 8.13]	86.50
Autres collisions	***4.37	[3.66 ; 5.23]	77.12
Autres sans collisions	***3.30	[2.60 ; 4.19]	69.70
Non précisé	***4.39	[3.22 ; 5.98]	77.22

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 21 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	1.04	[0.97 ; 1.11]	3.85
Collision avec objet fixe	***2.80	[2.50 ; 3.13]	64.29
Capotage ou sortie de route	***3.79	[3.26 ; 4.42]	73.61
Autres collisions	***0.57	[0.44 ; 0.73]	-75.44
Autres sans collisions	***2.01	[1.49 ; 2.71]	50.25
Non précisé	**1.58	[1.03 ; 2.43]	36.71

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.6- Type d'impact

Les types d'impacts les plus fréquents dans cette étude sont: l'impact «latéral frontal» (24.89%), l'impact «arrière» (20.65%) et l'impact «autre impliquant plus d'un véhicule» (17.94%). Il est important de noter

que les accidents avec impact arrière inclus tous les occupants des véhicules impliqués dans ces accidents, c'est-à-dire tous les occupants des véhicules à l'avant qui subissent le choc arrière ainsi que tous les occupants des véhicules à l'arrière qui entrent en collision avec le ou les véhicules à l'avant. Lorsqu'on ne tient pas compte du sens de l'impact, alors l'impact latéral avec 39.80% est le plus courant des cas comme l'atteste le Tableau 22. Par ailleurs, les accidents avec les plus grands nombres et taux de décès sont ceux dont le type d'impact est frontal (près de 4 morts par 100 victimes d'accidents), et de «code 15 et 16» (plus de 2 morts par 100 victimes d'accidents). Les taux de décès les plus bas sont enregistrés pour les types d'impact «datéral» et «arrière» (entre 0.24 et 0.64). Quant au taux de port de la ceinture de sécurité, il est considérable lors d'impact de type «code 15 et 16» (79.64%) soit 14% de plus que le taux de port moyen de la ceinture sur la période allant de 1978 à 1999 (voir Tableau 22). De même, les taux de port sont supérieurs à la moyenne en cas d'impact « arrière » (68.75%) et d'impact « latéral frontal » (68.07%).

Tableau 22: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le type d'impact de 1978 à 1999. N=1 663 631

Type d'impact et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Latéral frontal N= 414 149 (24.89%)					
Oui	281 103	815	281 918	(68.07)	0.29
Non	59 526	577	60 103	(14.51)	0.96
Non précisé	71 865	263	72 128	(17.42)	0.36
Latéral, même sens N= 62 445 (3.75%)					
Oui	38 259	112	38 371	(61.45)	0.29
Non	10 480	93	10 573	(16.93)	0.88
Non précisé	13 445	56	13 501	(21.62)	0.41
Latéral, sens inverse N= 185 594 (11.16%)					
Oui	130 016	631	130 647	(70.39)	0.48
Non	26 706	403	27 109	(14.61)	1.49
Non précisé	27 678	160	27 838	(15.00)	0.57
Arrière N= 343 470 (20.65%)					
Oui	235 762	361	236 123	(68.75)	0.15
Non	42 875	346	43 221	(12.58)	0.80
Non précisé	64 017	109	64 126	(18.67)	0.17
frontal N= 105 021 (6.31%)					
Oui	67 170	2 228	69 398	(66.08)	3.21
Non	20 166	1 427	21 593	(20.56)	6.61
Non précisé	13 511	519	14 030	(13.36)	3.70
Code 15, 16 N= 79 147 (4.76%)					
Oui	62 301	730	63 031	(79.64)	1.16
Non	9 760	840	10 600	(13.39)	7.92
Non précisé	5 398	118	5 516	(6.97)	2.14
Autre que 15, 16 N= 122 193 (7.34%)					
Oui	78 079	552	78 631	(64.35)	0.70
Non	16 572	787	17 359	(14.21)	4.53
Non précisé	26 029	174	26 203	(21.44)	0.66
Autres, plus d'un véhicule N= 298 430 (17.94%)					
Oui	161 559	963	162 522	(54.46)	0.59
Non	74 752	1 961	76 713	(25.71)	2.56
Non précisé	58 615	580	5 195	(19.84)	0.98
Non précisé N= 53 182 (0.94%)					
Oui	29 593	143	29 736	(55.91)	0.48
Non	7 727	223	7 950	(14.95)	2.81
Non précisé	15 413	83	15 496	(29.14)	0.54

N=Nombre d'occupants

Notons que le taux de décès associé à la catégorie « impact frontal » est élevé aussi bien chez les non-porteurs de ceinture (6.61%) que chez les porteurs (3.21%). Chez les non porteurs la catégorie d'impact de type code 15 et 16 se distingue avec un taux de décès record de 7.92%.

Si l'on examine à présent l'efficacité du port de la ceinture selon le type d'impact de l'accident, le Tableau 23 met en relief que le risque relatif de décès n'est que 2.13 en cas d'impact frontal, alors qu'il est de 7.35 pour l'impact codé 15 ou 16. Ce code d'impact correspond aux accidents sans antagoniste englobant les capotages, sorties de route à gauche ou à droite. De même les accidents avec impact arrière ou d'impact «autre que 15 et 16 avec un seul véhicule» profitent d'une excellente efficacité du port de la ceinture où le risque de décéder est augmenté respectivement de 5.27 et 6.72 pour les non porteurs. Les risques relatifs pour les chocs latéraux sont légèrement supérieur à 3.

Tableau 23: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le type d'impact.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	***3.34	[3.00 ; 3.72]	70.06
Latéral même sens	***3.03	[2.30 ; 3.99]	67.00
Latéral sens inverse	***3.11	[2.74 ; 3.53]	67.85
Impact arrière	***5.27	[4.55 ; 6.11]	81.02
Impact frontal	***2.13	[1.99 ; 2.28]	53.05
Codes 15 et 16	***7.35	[6.64 ; 8.13]	86.39
Autres que 15 et 16	***6.72	[6.02 ; 7.50]	85.12
Autres plusieurs véhicules	***4.40	[4.07 ; 4.76]	77.27
Non précisé	***5.97	[4.83 ; 7.38]	83.25

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 24: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le type d'impact.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	***1.26	[1.10 ; 1.45]	20.63
Latéral même sens	**1.42	[1.03 ; 1.96]	29.58
Latéral sens inverse	**1.19	[1.00 ; 1.42]	15.97
Impact arrière	1.11	[0.90 ; 1.38]	9.91
Impact frontal	***1.16	[1.05 ; 1.28]	13.79
Codes 15 et 16	***1.87	[1.53 ; 2.27]	46.52
Autres que 15 et 16	***0.95	[0.80 ; 1.12]	-5.26
Autres plusieurs véhicules	***1.66	[1.50 ; 1.84]	39.76
Non précisé	***1.11	[0.85 ; 1.46]	9.91

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.7- Fonction de l'occupant

Selon les résultats du Tableau 25, la majorité des victimes d'accidents sont des conducteurs (55.69%). La proportion de passagers avant est de 22.47% et celle des passagers arrière est 10.16%. Que l'on soit conducteur ou passager avant, le taux de port de la ceinture de sécurité est sensiblement le même (79.25% pour le conducteur contre 77.22% pour le passager avant). Cependant, le taux de port de la ceinture chez le passager de la banquette arrière est très faible avec 38.73%. Cela s'explique en partie par le fait qu'avant 1990 le port de la ceinture n'était pas obligatoire pour cette catégorie de passagers. D'autre part, le taux de décès est plus élevé chez les conducteurs que chez les passagers avant tant au niveau des porteurs que des non porteurs. En effet, chez les non porteurs, le taux de décès des conducteurs est de 3.44% contre 2.11% chez le passager avant. Les passagers arrières non porteurs enregistrent un taux de décès relativement bas (1.09%) par rapport aux deux catégories précédentes (voir Tableau 25).

Tableau 25: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la fonction de l'occupant dans le véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631

Fonction et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Conducteur N= 926 535 (55.69%)					
Oui	729 662	4 606	734 268	(79.25)	0.63
Non	121 345	4 323	125 668	(13.56)	3.44
Non précisé	65 273	1 326	66 599	(7.19)	1.99
Passager avant N= 373 836 (22.47%)					
Oui	287 063	1623	288 686	(77.22)	0.56
Non	62 881	1354	64 235	(17.18)	2.11
Non précisé	20 466	449	20 915	(5.59)	2.15
Passager arrière N= 169 017 (10.16%)					
Oui	65 174	291	65 465	(38.73)	0.44
Non	83 095	918	84 013	(49.71)	1.09
Non précisé	19 380	159	19 539	(11.56)	0.81
Non précisée N= 194 243 (11.68%)					
Oui	1 943	15	1 958	(1.01)	0.77
Non	1 243	62	1 305	(0.67)	4.75
Non précisé	190 852	128	190 980	(98.32)	0.07

N=Nombre d'occupants

Le Tableau 26 montre que le conducteur a intérêt à porter sa ceinture de sécurité puisque le risque relatif est de 5.64. Il en est de même pour les passagers car suivant la place occupée, à l'avant ou à l'arrière, le risque relatif est de 3.80 et 2.47 respectivement.

Tableau 26: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	***5.64	[5.41 ; 5.89]	82.27
passager avant	***3.81	[3.54 ; 4.10]	73.75
Passager arrière	***2.47	[2.17 ; 2.82]	59.51
Non précisé	***6.46	[3.66 ; 11.41]	84.52

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 27: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	***3.22	[3.03 ; 3.42]	68.94
passager avant	***3.88	[3.49 ; 4.31]	74.23
Passager arrière	***1.84	[1.51 ; 2.23]	45.65
Non précisé	***0.09	[0.05 ; 0.15]	-1011.11

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.8- Vitesse autorisée

Plus de la moitié des occupants ont subi leur accident dans une zone où la vitesse maximale autorisée était de 50 km/h (Tableau 28). On remarque également que respectivement 14.79% et 18.18% des occupants ont été impliqués dans un accident dans les zones de vitesse maximale autorisée de 60 à 80 km/h et de 90 à 110 km/h . En ce qui concerne le port de la ceinture de sécurité, le taux de port varie très peu (entre 65.10 et 69.79%) pour ces trois zones de vitesse maximale autorisée. Cependant le taux de port chute à 58.71% pour la zone de basse vitesse (moins de 40 km/h) alors que la proportion d'occupants victimes d'accidents pour cette zone est minime (3.15 %) et le taux de décès très faible à 0.24%. D'autres part, on peut constater que plus la vitesse maximale autorisée augmente, plus le taux de décès augmente que l'on porte ou pas la ceinture de sécurité. En effet, le taux de décès chez les ceinturés (respectivement chez les non ceinturés) est passé de 0.12% (respectivement 0.76%) dans les zones de vitesse maximale autorisée

de 10 à 40 km/h à 1.83% (respectivement 5.82%) dans les zones de vitesse maximale autorisée de 90 à 110 km/h. Dans les zones de 50 km/h et de 60 à 80 km/h, on remarque que les taux de décès chez les ceinturés sont respectivement 0.19% et 0.70%; de même, chez les non ceinturés on observe des taux de décès de 0.89% et 3.32% respectivement. Le rendement du port de la ceinture diminue lorsque la vitesse limite autorisée augmente. Ainsi plus la zone de vitesse est basse, meilleur est l'efficacité du port de la ceinture comme l'atteste les risques relatifs présentés dans le Tableau 29.

Tableau 28: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la vitesse autorisée de 1978 à 1999. N=1 663 631

Vitesse autorisée et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
10, 20, 30 et 40 km/h N= 52 396 (3.15%)					
Oui	30 725	38	30 763	(58.71)	0.12
Non	8 583	66	8 649	(16.51)	0.76
Non précisé	12 963	21	12 984	(24.78)	0.16
50 km/h N= 938 514 (56.41%)					
Oui	609 794	1 141	610 935	(65.10)	0.19
Non	143 063	1 283	144 346	(15.38)	0.89
Non précisé	182 623	610	183 233	(19.52)	0.33
60, 70 et 80 km/h N= 246 053 (14.79%)					
Oui	165 584	1 172	166 756	(67.77)	0.70
Non	43 833	1 504	45 337	(18.43)	3.32
Non précisé	33 568	392	33 960	(13.80)	1.15
90, 100 et 110 km/h N= 302 467 (18.18%)					
Oui	207 219	3 865	211 084	(69.79)	1.83
Non	55 505	3 429	58 934	(19.48)	5.82
Non précisé	31 530	919	32 449	(10.73)	2.83
Autres N= 26 815 (1.61%)					
Oui	16 834	74	16 908	(63.05)	0.44
Non	5 966	105	6 071	(22.64)	1.73
Non précisé	3 810	26	3 836	(14.31)	0.68
Non précisée N= 97 386 (5.85%)					
Oui	53 686	245	53 931	(55.38)	0.45
Non	11 614	270	11 884	(12.20)	2.27
Non précisé	31 477	94	31 571	(32.42)	0.30

N=Nombre d'occupants

Tableau 29 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la vitesse maximale autorisée.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Vitesse autorisée			
10, 20, 30 et 40 km/h	***6.21	[4.17 ; 9.26]	83.90
50 km/h	***4.79	[4.42 ; 5.19]	79.12
60, 70 et 80 km/h	***4.85	[4.49 ; 5.24]	79.38
90, 100 et 110 km/h	***3.31	[3.16 ; 3.47]	69.79
Autres	***4.00	[2.97 ; 5.40]	75.00
Non précisée	***5.09	[4.28 ; 6.06]	80.35

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 30: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la vitesse maximale autorisée.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Vitesse autorisée			
10, 20, 30 et 40 km/h	1.31	[0.77 ; 2.23]	23.66
50 km/h	***1.79	[1.62 ; 1.97]	44.13
60, 70 et 80 km/h	***1.65	[1.47 ; 1.85]	39.39
90, 100 et 110 km/h	***1.56	[1.45 ; 1.68]	35.90
Autres	*1.55	[0.99 ; 2.43]	35.48
Non précisée	***0.65	[0.52 ; 0.83]	-53.85

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.9- Âge de l'occupant

Les occupants âgés de 5 à 15 ans ne représentent que 4.55% de l'ensemble des occupants victimes d'accidents (Tableau 31). De même, les occupants de 65 ans et plus constituent seulement 4.02% des accidentés. Les occupants dans les groupes d'âge 16 à 24 ans et 25 à 44 ans sont les plus impliqués dans les accidents avec au moins un blessé représentant respectivement 22.62% et 27.90% des occupants. Il faut noter que l'âge de 28.66% des occupants est manquant dans la base de données. Quant au taux de port de la ceinture de sécurité, il varie de 75.27% à 78.23% pour les occupants âgés de plus de 25 ans. Chez les moins de 25 ans, le taux de port est inférieur à 67%. Néanmoins, les taux de décès sont bas chez les

occupants de moins de 15 ans qu'elles portent ou non la ceinture de sécurité (moins de 1 décès par 100 victimes d'accidents). Par ailleurs, chez les occupants de 55 ans et plus, on constate que les taux de décès sont plus importants. Lorsqu'on compare les taux de décès chez les deux cohortes de porteur et non-porteur de la ceinture de sécurité, alors pour la tranche d'âge 55 à 64 ans, le taux de décès est de 0.99% chez les porteurs de ceinture contre 3.84% chez les non porteurs; pour la tranche d'âge 65 ans et plus ces taux passent à 1.79% chez les porteurs contre 5.24% chez les non porteurs. Dans la tranche d'âge qui est la plus représentée dans notre étude, c'est-à-dire les occupants âgés de 16 à 44 ans, le taux de décès varie entre 0.65% et 0.68% chez les ceinturés et respectivement 2.32% et 3.01% chez les non ceinturés. L'effet du port de la ceinture selon l'âge de l'occupant est mieux évalué par les risques relatifs présentés dans le Tableau 32, car plus le risque relatif est grand, meilleure est l'efficacité du port de la ceinture. Il apparaît que c'est pour les groupes des 25-44 ans et 45-54 ans que le port de la ceinture réduit le plus la mortalité des victimes d'accidents avec des risques relatifs de 4.76 et 4.52 respectivement.

L' Annexe 4 présente une analyse plus détaillée des occupants âgés de 5 à 10 ans.

Tableau 31 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'âge de l'occupant de 1978 à 1999. N=1663631

Âge de l'occupant et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
5 -15 ans N=75 659 (4.55%)					
Oui	36 963	175	37 138	(49.09)	0.47
Non	30 258	273	30 531	(40.35)	0.89
Non précisé	7 918	72	7 990	(10.56)	0.90
16 -24 ans N= 376 383 (22.62%)					
Oui	248 003	1 705	249 708	(66.34)	0.68
Non	93 237	2 216	95 453	(25.36)	2.32
Non précisé	30 523	699	31 222	(8.30)	2.24
25 -44 ans N= 464 159 (27.90%)					
Oui	347 122	2 265	349 387	(75.27)	0.65
Non	76 681	2 382	79 063	(17.03)	3.01
Non précisé	35 012	697	35 709	(7.69)	1.95
45 -54 ans N= 122 490 (7.36%)					
Oui	95 092	728	95 820	(78.23)	0.76
Non	17 491	605	18 096	(14.77)	3.34
Non précisé	8 402	172	8 574	(7.00)	2.01
55 -64 ans N= 81 205 (4.88%)					
Oui	62 230	622	62 852	(77.40)	0.99
Non	12 027	480	12 507	(15.40)	3.84
Non précisé	5 691	155	5 846	(7.20)	2.65
65 ans et plus N= 66 943 (4.02%)					
Oui	50 673	926	51 599	(77.08)	1.79
Non	10 165	562	10 727	(16.02)	5.24
Non précisé	4 441	176	4 617	(6.90)	3.81
Non précisé N= 476 792 (28.66%)					
Oui	243 759	114	243 873	(51.15)	0.05
Non	28 705	139	28 844	(6.05)	0.48
Non précisé	203 984	91	204 075	(42.80)	0.04

N=Nombre d'occupants

Tableau 32 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 - 15 ans	***1.91	[1.58 ; 2.31]	47.64
16 - 24 ans	***3.46	[3.24 ; 3.68]	71.10
25 - 44 ans	***4.76	[4.49 ; 5.05]	78.99
45 - 54 ans	***4.52	[4.05 ; 5.04]	77.88
55 - 64 ans	***3.99	[3.54 ; 4.51]	74.94
65 ans et plus	***3.03	[2.72 ; 3.37]	67.00
Non précisé	***10.35	[8.08 ; 13.27]	90.34

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 33 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 - 15 ans	***1.92	[1.46 ; 2.53]	47.92
16 - 24 ans	***3.33	[3.05 ; 3.64]	69.97
25 - 44 ans	***3.05	[2.80 ; 3.32]	67.21
45 - 54 ans	***2.67	[2.26 ; 3.16]	62.55
55 - 64 ans	***2.73	[2.28 ; 3.26]	63.37
65 ans et plus	***2.17	[1.84 ; 2.56]	53.92
Non précisé	0.95	[0.72 ; 1.26]	-5.26

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.10- Masse du véhicule

Les véhicules impliqués dans les accidents ont généralement des masses qui varient entre 500 et 1899 kg (Tableau 34). Les catégories de 500 à 1899 kg représentent près de 86% des véhicules impliqués dans un accident sur la période d'étude. La catégorie «0 à 499 kg» est beaucoup plus associée à des véhicules très particuliers ou à des erreurs sur la masse et ne représente qu'une infime partie des occupants soit 0.54%. Le taux de port de la ceinture de sécurité est plus élevé dans les tranches 500 à 1199 kg et 1200 à 1599 où il est de 72.26% et 65.46% respectivement. Dans les tranches 1600 à 1899 kg, et 1900 à 2499 kg, c'est le

taux de non port de la ceinture qui est à remarquer puisqu'il atteint 24.17% et 26.55% respectivement. Ainsi apparaît la tendance que plus le véhicule a une masse importante, plus les occupants ne porteront pas la ceinture de sécurité. Par ailleurs, le taux de décès diminue en fonction de la masse du véhicule puisqu'il passe successivement par les valeurs 1.21, 0.94 , 0.91, 0.88, 0.83 , 0.57 lorsque la masse augmente. Cependant, le risque relatif associé au non port de la ceinture se situe entre 4 et 5 quel que soit la masse du véhicule comme le montre le Tableau 35.

Tableau 34: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la masse du véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631

Masse du véhicule et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
0 - 499 kg N=9 011 (0.54%)					
Oui	4 533	26	4 559	(50.59)	0.57
Non	2 665	69	2 734	(30.34)	2.52
Non précisé	1 704	14	1 718	(19.07)	0.81
500 - 1199 kg N= 70 6357 (42.46%)					
Oui	506 959	3 482	510 441	(72.26)	0.68
Non	79 557	2 352	81 909	(11.60)	2.87
Non précisé	113 208	799	114 007	(16.14)	0.70
1200 - 1599 kg N= 485 082 (29.16%)					
Oui	315 679	1 849	317 528	(65.46)	0.58
Non	78 919	1 962	80 881	(16.67)	2.43
Non précisé	86 072	601	86 673	(17.87)	0.69
1600 - 1899 kg N= 233 500 (14.04%)					
Oui	136 571	594	137 165	(58.74)	0.43
Non	55 293	1 153	56 446	(24.17)	2.04
Non précisé	39 577	312	39 889	(17.08)	0.78
1900 - 2499 kg N= 105 055 (6.31%)					
Oui	58 392	224	58 616	(55.80)	0.38
Non	27 374	521	27 895	(26.55)	1.87
Non précisé	18 414	130	18 544	(17.65)	0.70
2500 - kg et plus N= 13 923 (0.84%)					
Oui	6 438	20	6 458	(46.38)	0.31
Non	3 900	54	3 954	(28.40)	1.37
Non précisé	3 506	5	3 511	(25.22)	0.14
Non précisée N= 110 703 (6.65%)					
Oui	55 270	340	55 610	(50.23)	0.61
Non	20 856	546	21 402	(19.33)	2.55
Non précisé	33 490	201	33 691	(30.43)	0.60

N=Nombre d'occupants

Tableau 35 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la masse du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Masse du véhicule			
0 - 499 kg	***4.51	[2.87 ; 7.11]	77.83
500 - 1199 kg	***4.30	[4.08 ; 4.54]	76.74
1200 - 1599 kg	***4.24	[3.98 ; 4.53]	76.42
1600 - 1899 kg	***4.79	[4.34 ; 5.30]	79.12
1900 - 2499 kg	***4.96	[4.24 ; 5.81]	79.84
2500 kg et plus	***4.46	[2.66 ; 7.46]	77.58
Non précisée	***4.26	[3.71 ; 4.88]	76.53

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 36 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la masse du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Masse du véhicule			
0 - 499 kg	1.43	[0.75 ; 2.75]	30.07
500 - 1199 kg	1.03	[0.95 ; 1.11]	2.91
1200 - 1599 kg	***1.19	[1.09 ; 1.31]	15.97
1600 - 1899 kg	***1.81	[1.58 ; 2.08]	44.75
1900 - 2499 kg	***1.84	[1.48 ; 2.29]	45.65
2500 kg et plus	0.46	[0.17 ; 1.22]	-117.39
Non précisée	0.98	[0.82 ; 1.16]	-2.04

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.11- Sexe de l'occupant

Les hommes sont le plus souvent victimes d'accidents avec au moins un blessé que les femmes, 43.47% contre 31.73% (Tableau 37). De plus, les taux de décès sont plus élevés chez les hommes que chez les femmes, 1.48% contre 0.86%. Par ailleurs, en examinant les taux de port de la ceinture de sécurité, on constate que 74.48% des femmes victimes d'accidents portent la ceinture contre seulement 67.62% chez les hommes. Le risque de décéder pour un occupant non ceinturé est multipliée par un coefficient de 3.80 chez les hommes et de 2.48 chez les femmes (Tableau 38).

Tableau 37 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le sexe de l'occupant dans le véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631

Sexe de l'occupant et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Homme					
N=723 193 (43.47%)					
Oui	484 957	4 070	489 027	(67.62)	0.83
Non	161 591	5 150	166 741	(23.06)	3.09
Non précisé	65 923	1 502	67 425	(9.32)	2.23
Femme					
N= 527 862 (31.73%)					
Oui	390 668	2 465	393 133	(74.48)	0.63
Non	96 172	1 507	97 679	(18.50)	1.54
Non précisé	36 490	560	37 050	(7.02)	1.51
Non précisé					
N= 412 576 (24.80%)					
Oui	208 217	0	208 217	(50.47)	0.00
Non	10 801	0	10 801	(2.62)	0.00
Non précisé	193 558	0	193 558	(46.91)	0.00

N=Nombre d'occupants

Tableau 38 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le sexe de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Sexe de l'occupant			
Homme	***3.80	[3.64 ; 3.96]	73.68
Femme	***2.48	[2.33 ; 2.65]	59.68
Non précisé	1.00	[0.001 ; 999.99]	0.00

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 39 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le sexe de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Sexe de l'occupant			
Homme	***2.72	[2.56 ; 2.88]	63.24
Femme	***2.43	[2.22 ; 2.67]	58.85
Non précisé	1.00	[0.001 ; 999.99]	0.00

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.2.12 Année du modèle du véhicule

Le coussin gonflable est apparu pour la première fois en option en 1985 (NHTSA). Selon les données de ICBC (Insurance Corporation of British Columbia), les coussins gonflables sont standards pour le conducteur et le passager avant droit dans la plupart des modèles de véhicules depuis 1994. Nous avons donc crée 3 catégories pour l'année du modèle afin d'évaluer l'effet combiné de la ceinture de sécurité et du coussin gonflable: les modèles fabriqués avant 1990, entre 1990-1993 et entre 1994-2000.

Le taux de décès est plus important pour les victimes occupants un véhicule d'avant 1990 et de 1990 à 1993 avec 0.95% et 0.82% respectivement (Tableau 40). Quant aux modèles de véhicules de 1994 à 2000, le taux de décès des victimes occupants ces véhicules tombe à 0.71%. D'autre part, le taux de port de la ceinture de sécurité est à plus de 73% pour les occupants des modèles de 1990 à 2000 contre 65.54% pour ceux d'avant 1990. Le Tableau 41 montre que le risque relatif de décès est de 4.03 pour un occupant non ceinturé, par rapport à un occupant ceinturé occupant un modèle de véhicule d'avant 1990. Le risque relatif passe à 8.21 et 9.80 pour les occupants non ceinturés occupants les modèles de 1990 à 1993 et 1994 à 2000 respectivement. Avec les améliorations et les nouvelles technologies que connaissent les véhicules récents en matière de sécurité, ces résultats suggèrent un effet accru de la ceinture de sécurité avec la présence des coussins gonflables. Ce point de vue devrait faire l'objet d'une étude ultérieure où la présence ou non de coussins gonflables serait observée.

Par ailleurs, pour s'assurer que l'effet accru de la ceinture de sécurité avec le temps n'est pas dû à l'effet des taux de port élevés depuis le début des années 1990, l' Annexe 3 présente les mêmes analyses sans regrouper les années, sauf pour les modèles d'avant 1970.

Tableau 40 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'année du modèle du véhicule de 1978 à 1999. N=1 663 631

Année du modèle et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Avant 1990 N=1 316 010 (79.10%)					
Oui	857 445	5 024	862 469	(65.54)	0.58
Non	239 178	5 641	244 819	(18.60)	2.30
Non précisé	206 931	1 791	208 722	(15.86)	0.86
1990 - 1993 N= 168 915 (10.15%)					
Oui	123 340	917	124 257	(73.56)	0.74
Non	6 458	394	6 852	(4.06)	5.75
Non précisé	37 727	79	37 806	(22.38)	0.21
1994 - 2000 N= 89 459 (5.38%)					
Oui	65 301	410	65 711	(73.45)	0.62
Non	2 927	180	3 107	(3.47)	5.79
Non précisé	20 598	43	20 641	(23.07)	0.21
Non précisée N= 89 247 (5.36%)					
Oui	37 756	184	37 940	(42.51)	0.48
Non	20 001	442	20 443	(22.91)	2.16
Non précisé	30 715	149	30 864	(34.58)	0.48

N=Nombre d'occupants

Tableau 41 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	***4.03	[3.87 ; 4.18]	75.19
1990-1993	***8.21	[7.27 ; 9.26]	87.82
1994-2000	***9.80	[8.19 ; 11.72]	89.80
Non précisé	***4.54	[3.82 ; 5.39]	77.97

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 42 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	***1.48	[1.40 ; 1.56]	32.43
1990-1993	***0.28	[0.22 ; 0.36]	-257.14
1994-2000	***0.33	[0.24 ; 0.46]	-203.03
Non précisé	1.00	[0.80 ; 1.24]	0.00

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.3 Modélisation logistique de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident et mesure de l'efficacité du port de la ceinture de sécurité pour la période 1978-1999

Les résultats présentés à la section précédente illustrent la relation entre la probabilité de décéder pour une victime d'accident et le port de la ceinture sans tenir compte des variables confondantes caractérisant les conditions d'accident, le véhicule ou les caractéristiques de l'occupant lui-même. Ainsi pour la période 1978 à 1999, le non port de la ceinture augmente le risque d'être tué dans un accident de la route par un facteur de 4.11. Il s'agit dans cette section d'examiner l'ampleur de cet effet lorsqu'on contrôle pour les variables pertinentes qui expliquent la gravité des accidents comme le genre d'accident, la vitesse maximale autorisée de la route où a eu lieu l'accident, la catégorie de route, le type d'impact, le moment de l'accident, l'année du modèle du véhicule, la masse du véhicule ainsi que pour les variables associées à l'occupant, soient la fonction de l'occupant dans le véhicule, l'âge et le sexe et la période d'observation, c'est-à-dire, l'année de l'accident. La probabilité de décès dans un accident peut dépendre aussi de l'interaction entre les variables explicatives énumérées ci-dessus. De ce fait, parmi nos variables de contrôle, nous pouvons aussi tenir compte des interactions entre les variables explicatives. Néanmoins notre objectif principal est de mesurer l'efficacité du port de la ceinture pour réduire la probabilité de décès des occupants victimes d'accidents. Ainsi pour simplifier les modèles, seuls les effets de quelques interactions entre certaines variables importantes et le port de la ceinture seront considérés. Par exemple la mesure de l'effet de l'interaction entre le port de la ceinture et la fonction permettra de décrire l'apport du port de la ceinture pour réduire le risque de décéder dans un accident suivant que l'on soit conducteur, passager avant ou passager arrière tout en contrôlant pour les autres variables explicatives.

Nous procédons dans nos analyses en deux étapes. La première consiste à appliquer une modélisation logistique sans tenir compte des interactions entre le port de la ceinture de sécurité et les variables explicatives considérées. Les résultats du modèle sans interaction sont présentés au Tableau 43. La seconde étape utilise une modélisation logistique avec une interaction. Pour simplifier l'interprétation des résultats, nous avons considéré plusieurs modèles avec une seule interaction à la fois entre un facteur important et le port de la ceinture de sécurité. Les résultats de ces modèles sont présentés dans les Tableaux 44 à 53.

4.3.1 Modélisation logistique, sans variable d'interaction, de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident avec au moins un blessé au Québec entre 1978 et 1999.

Le Tableau 43 présente les paramètres estimés et les risques relatifs de décéder dans un accident associés à chacune des modalités des variables explicatives. Le résultat principal est que durant la période 1978-1999, le non port de la ceinture de sécurité augmente le risque de décès dans un accident d'un facteur égal à 4.81. Cette estimation est très précise puisque l'intervalle de confiance à 95% de ce risque relatif est [4.62 ; 5.00]. De plus, cette estimation de la contribution du port de la ceinture à la réduction de la probabilité de décès lors d'un accident, est ajusté pour les caractéristiques de l'accident, du véhicule et de l'occupant. Le modèle étant sans variable interaction, ce niveau de risque reste inchangé peu importe les modalités pour les variables explicatives.

L'objectif de notre étude est de mesurer l'efficacité globale du port de la ceinture mais aussi de mettre en évidence les différences dans le rendement du port de la ceinture suivant les conditions d'accident, le profil de l'occupant et la période d'observation.

La limite essentielle du modèle sans variable d'interaction dans ce contexte temporel est d'estimer un risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture qui est identique pour toutes les années de la période d'observation et pour toutes les modalités d'une même variable explicative. Il s'agit donc d'un risque relatif moyen pour toute la période 1978 à 1999.

Nous présentons dans la prochaine section plusieurs estimations du risque relatif de décéder pour une victime d'accident ne portant pas la ceinture (relativement à un occupant la portant) selon les différentes modalités de certaines variables caractérisant l'accident et l'occupant. Cela permettra de mettre en évidence, entre autres, l'évolution temporelle du risque relatif tout en contrôlant pour l'ensemble des facteurs pouvant influencer l'état d'une victime d'accident.

Tableau 43: Estimation de la probabilité de décéder à l'aide de la régression logistique, pour les occupants victimes d'accidents âgés de 5 ans et plus avec au moins un blessé. Québec 1978-1999. N= 1 663 631 Nombre d'occupants décédés = 15 254

Variables explicatives	Paramètre estimé	Risque Relatif	IC 95 %	Taux de décès (%)
Port de la ceinture				
Non port	***1.5705	4.81	[4.62 ; 5.00]	2.42
oui	Référence	1		0.60
non précisé	***1.3396	3.82	[3.62 ; 4.03]	0.69
Genre d'accident				
Collision avec véhicule routier	référence	1		0.73
Collision avec objet fixe	***0.6258	1.87	[1.75 ; 2.00]	2.25
Capotage ou sortie de route	***0.2412	1.27	[1.18 ; 1.37]	2.07
Autres collision	***-0.2006	0.82	[0.75 ; 0.90]	0.27
Autres sans collisions	***1.6295	5.10	[4.52 ; 5.76]	4.90
non précisé	***0.2017	1.22	[1.05 ; 1.42]	1.24
Vitesse autorisée				
10,20,30, et 40 km	***-1.9307	0.15	[0.12 ; 0.17]	0.24
50 km	***-1.6502	0.19	[0.18 ; 0.20]	0.32
60,70 et 80 km	***-0.6300	0.53	[0.51 ; 0.56]	1.25
90, 100 et 110 km	Référence	1		2.72
Autres	***-1.0494	0.35	[0.30 ; 0.40]	0.76
Non précisée	***-1.0485	0.35	[0.32 ; 0.39]	0.63
Catégorie de route				
Route numérotée	Référence	1		1.12
Rue, chemin , ruelle	***-0.1396	0.87	[0.82 ; 0.92]	0.43
Chemin forestier / minier	***0.3331	1.40	[1.09 ; 1.79]	2.91
Autres	**-0.1381	0.87	[0.77 ; 0.99]	0.54
Non précisée	***-0.9648	0.38	[0.31 ; 0.47]	0.33
Fonction de l'occupant				
conducteur	Référence	1		1.11
Passager avant	***-0.1516	0.86	[0.82 ; 0.90]	0.92
Passager arrière	***-0.8226	0.44	[0.41 ; 0.47]	0.81
Non précisée	***0.1997	1.22	[1.05 ; 1.42]	0.11
Moment de l'accident				
7h00 à 20h59	Référence	1		0.70
21h00 à 6h59	***0.4101	1.51	[1.45 ; 1.562]	1.52
Non précisé	***0.9123	2.49	[2.11 ; 2.944]	1.40
Type d'impact				
latérale frontale	***-1.4510	0.23	[0.22 ; 0.25]	0.40
latérale même sens	***-1.8219	0.16	[0.14 ; 0.18]	0.42
latérale sens inverse	***-1.1162	0.33	[0.31 ; 0.35]	0.64

impact arrière	***-2.2086	0.11	[0.10 ; 0.12]	0.24
impact frontal	Référence	1		3.97
code 15,16	***-1.5100	0.22	[0.20 ; 0.24]	2.13
autres que 15,16	***-1.5028	0.22	[0.20 ; 0.24]	1.24
Autres plusieurs véhicules	***-1.2454	0.29	[0.27 ; 0.31]	1.17
Non précisé	***-1.3944	0.25	[0.22 ; 0.28]	0.84
Groupe d'âge de l'occupant				
5-15 ans	***-0.3696	0.69	[0.63 ; 0.76]	0.69
16-24 ans	***-0.1042	0.90	[0.86 ; 0.94]	1.23
25-44 ans	Référence	1		1.15
45-54 ans	***0.2522	1.29	[1.21 ; 1.37]	1.23
55-64 ans	***0.5618	1.75	[1.65 ; 1.87]	1.55
65 ans et plus	***1.0722	2.92	[2.75 ; 3.10]	2.49
Non précisé	***-0.3527	0.70	[0.63 ; 0.79]	0.07
Année du modèle du véhicule				
Avant 1990	0.0739	1.08	[0.98 ; 1.19]	0.95
1990-1993	0.0482	1.05	[0.95 ; 1.16]	0.82
1994-2000	Référence	1		0.71
Non précisée	0.0491	1.05	[0.92 ; 1.20]	0.87
Masse du véhicule				
0- 499 kg	0.1424	1.15	[0.94 ; 1.41]	1.21
500 - 1199 kg	***0.3381	1.40	[1.33 ; 1.48]	0.94
1200 - 1599 kg	***0.1567	1.17	[1.11 ; 1.24]	0.91
1600- 1899 kg	Référence	1		0.88
1900-2499 kg	***-0.1141	0.89	[0.82 ; 0.97]	0.83
2500 kg et plus	***-0.5003	0.61	[0.48 ; 0.76]	0.57
Non précisée	***0.2292	1.26	[1.15 ; 1.37]	0.98
Sexe de l'occupant				
homme	Référence	1		1.48
Femme	***-0.3022	0.74	[0.71 ; 0.77]	0.86
Non précisé	-16.5621	-	-	0.00
Année d'observation				
1999	Référence	1		0.83
1998	**-0.1393	0.87	[0.76 ; 0.99]	0.72
1997	**-0.1617	0.85	[0.75 ; 0.97]	0.78
1996	0.0304	1.03	[0.91 ; 1.17]	0.91
1995	-0.0390	0.96	[0.85 ; 1.09]	0.85

1994	-0.0965	0.91	[0.80 ; 1.03]	0.79
1993	0.0347	1.04	[0.91 ; 1.17]	0.94
1992	-0.0024	1.00	[0.88 ; 1.13]	0.97
1991	0.0539	1.06	[0.93 ; 1.20]	0.99
1990	-0.0745	0.93	[0.82 ; 1.05]	0.97
1989	-0.0950	0.91	[0.80 ; 1.03]	1.00
1988	**-0.1612	0.85	[0.75 ; 0.97]	0.82
1987	***-0.7190	0.48	[0.43 ; 0.56]	0.73
1986	***-0.8620	0.42	[0.37 ; 0.48]	0.71
1985	***-0.7700	0.46	[0.41 ; 0.53]	0.94
1984	***-0.7713	0.46	[0.41 ; 0.53]	0.91
1983	***-0.7184	0.49	[0.43 ; 0.56]	0.94
1982	***-0.6717	0.51	[0.45 ; 0.58]	0.97
1981	***-0.8045	0.45	[0.39 ; 0.51]	0.99
1980	***-0.8274	0.44	[0.39 ; 0.50]	1.02
1979	***-0.7889	0.45	[0.40 ; 0.51]	1.11
1978	***-0.6964	0.50	[0.44 ; 0.56]	1.15

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.3.2 Modélisation logistique avec une variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1978 et 1999.

Nous avons établi la liste des variables explicatives importantes pouvant interagir avec le port de la ceinture en se basant sur l'analyse exploratoire de chacune des variables explicatives de l'étude présentée dans la section 4.2. Nous avons retenu cinq variables explicatives pour constituer les termes d'interaction avec le port de la ceinture de sécurité dans les différents modèles: la fonction, le genre d'accident, le type d'impact, l'année du modèle du véhicule et le groupe d'âge. Pour chacune de ces cinq variables, nous avons ajouté un terme d'interaction au modèle général dont les résultats ont été présentés dans le Tableau 43. Les commentaires concernant cette modélisation logistique avec variables d'interaction porteront essentiellement sur l'interprétation des effets des interactions de chacune des variables externes avec le port de la ceinture.

4.3.2.1 Effet de la ceinture de sécurité selon la fonction de l'occupant

Les résultats de la première modélisation rendent compte de l'interaction entre le port de la ceinture et la fonction de l'occupant dans le véhicule et sont présentés dans le Tableau 44. Le risque relatif est de 5.37 pour le conducteur, 4.11 pour le passager avant et 2.39 pour le passager arrière. Ainsi, un conducteur qui

ne porte pas la ceinture de sécurité a 5.37 plus de chance de décéder en moyenne lors d'un accident de la route qu'un conducteur qui porte la ceinture de sécurité. Le passager avant non ceinturé a un risque de décès de 4.11 fois plus élevé lors d'un accident qu'un passager avant ceinturé. Pour le passager arrière non ceinturé, le risque de décès est de 2.39 fois plus élevé que pour le passager arrière qui porte la ceinture de sécurité.

Tableau 44 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	5.37	[5.13 ; 5.62]	81.38
passager avant	4.11	[3.81 ; 4.44]	75.67
Passager arrière	2.39	[2.08 ; 2.74]	58.16
Non précisé	7.31	[4.09 ; 13.08]	86.32

Les risques relatifs de décéder chez les occupants dont on ne dispose pas d'information quant à leur port de la ceinture, relativement aux porteurs, sont présentés dans le Tableau 45.

Tableau 45 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	3.66	[3.43 ; 3.91]	72.68
passager avant	4.85	[4.35 ; 5.41]	79.38
Passager arrière	2.36	[1.94 ; 2.88]	57.63
Non précisé	3.75	[2.17 ; 6.48]	73.33

4.3.2.2 Effet de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident

Lorsque toutes les variables explicatives et l'interaction entre le port de la ceinture et le genre d'accident sont inclues dans la modélisation logistique, les risques relatifs sont de l'ordre de 4 quel que soit le genre

d'accident à l'exception des modalités « autres sans collision » et «capotage ou sortie de route» où les risques relatifs atteignent 5.51 et 10.43 respectivement (Tableau 46). Ces risques relatifs sont légèrement supérieurs à ceux présentés dans le Tableau 20 où seuls le port de la ceinture et le genre d'accidents étaient inclus dans le modèle.

Tableau 46 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé selon le genre d'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	3.94	[3.74 ; 4.15]	74.62
Collision avec objet fixe	4.47	[4.11 ; 4.85]	77.63
Capotage ou sortie de route	10.43	[9.47 ; 11.48]	90.41
Autres collisions	4.10	[3.43 ; 4.91]	75.61
Autres sans collisions	5.51	[4.30 ; 7.06]	81.85
Non précisé	5.87	[4.28 ; 8.04]	82.96

Les risques selon le genre d'accidents pour les occupants dont on ne dispose pas d'information sur le port de la ceinture, comparativement aux occupants ceinturés, montre qu'ils sont plus à risque peu importe le genre d'accidents (Tableau 47).

Tableau 47 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	3.51	[3.28 ; 3.76]	71.51
Collision avec objet fixe	4.39	[3.92 ; 4.93]	77.22
Capotage ou sortie de route	4.80	[4.11 ; 5.60]	79.17
Autres collisions	2.76	[2.15 ; 3.55]	63.77
Autres sans collisions	4.75	[3.47 ; 6.50]	78.95
Non précisé	3.84	[2.47 ; 5.97]	73.96

4.3.2.3 Effet de la ceinture de sécurité selon le code d'impact

L'estimation des risques relatifs de décéder pour non port de la ceinture selon les différents codes d'impact de l'accident par le modèle de régression logistique multivarié montre qu'il y a une différence avec les risques relatifs non ajustés (Tableau 48 vs 23). La prise en compte des variables explicatives entraîne que l'efficacité du port de la ceinture est plus grand, les risques relatifs ajustés étant à peu près tous supérieurs par environ une unité. Il apparaît que l'accident de code « 15 et 16» est celui qui profite le plus de l'efficacité du port de la ceinture avec un risque relatif de 8.34. Par ailleurs, le non port augmente le risque de décès d'un facteur 6.28, dans un accident d'impact arrière, alors que ce facteur est de 3.28 dans le cas d'un choc frontal. On peut remarquer dans le Tableau 48 que les autres types d'impact ont des risques relatifs autour de 4 sauf pour le type d'impact «autres que 15 et 16» où il atteint 7.07.

Tableau 48 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	4.48	[4.01 ; 5.00]	77.68
Latéral même sens	4.24	[3.21 ; 5.60]	76.42
Latéral sens inverse	4.08	[3.59 ; 4.64]	75.49
Impact arrière	6.28	[5.40 ; 7.29]	84.08
Impact frontal	3.28	[3.05 ; 3.53]	69.51
Codes 15 et 16	8.34	[7.51 ; 9.26]	88.01
Autres que 15 et 16	7.07	[6.32 ; 7.92]	85.86
Autres plusieurs véhicules	4.49	[4.15 ; 4.87]	77.73
Non précisé	7.00	[5.65 ; 8.69]	85.71

La modélisation de type analyse de la variance a montré que seuls les accidents avec impact latéral frontal, impact arrière ou impact non précisé ont des risques relatifs de décéder pour non port significativement différents de celui associée à un impact frontal.

Le Tableau 49 présente les risques relatifs pour les occupants pour lesquelles nous n'avons pas d'information sur le port de la ceinture.

Tableau 49: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1978-1999. N= 1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	4.34	[3.76 ; 5.00]	76.96
Latéral même sens	6.49	[4.68 ; 8.99]	84.59
Latéral sens inverse	3.73	[3.13 ; 4.46]	73.19
Impact arrière	4.81	[3.87 ; 5.97]	79.21
Impact frontal	2.99	[2.69 ; 3.31]	66.56
Codes 15 et 16	2.59	[2.12 ; 3.16]	61.39
Autres que 15 et 16	3.65	[3.06 ; 4.35]	72.60
Autres plusieurs véhicules	4.64	[4.17 ; 5.16]	78.45
Non précisé	4.00	[3.03 ; 5.27]	75.00

4.3.2.4 Effet de la ceinture de sécurité selon l'année du modèle du véhicule

Il apparaît à la lecture du Tableau 50 que l'effet du port de la ceinture est plus important pour les modèles de 1990 à 2000. En effet, les risques relatifs ajustés dans le Tableau 50 passent de 4.64 pour les modèles de véhicule avant l'année 1990 pour atteindre 7.65 pour les modèles entre 1994 et 2000.

Tableau 50: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1978-1999. N= 1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	4.64	[4.44 ; 4.84]	78.45
1990-1993	6.34	[5.59 ; 7.20]	84.23
1994-2000	7.65	[6.34 ; 9.23]	86.93
Non précisée	4.79	[4.02 ; 5.71]	79.12

Tableau 51 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1978-1999. N=1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	3.85	[3.64 ; 4.08]	74.03
1990-1993	2.14	[1.69 ; 2.71]	53.27
1994-2000	3.13	[2.25 ; 4.34]	68.05
Non précisée	5.17	[4.14 ; 6.45]	80.66

4.3.2.5 Effet de la ceinture de sécurité selon l'âge de l'occupant

Les risques relatifs, présentés dans le Tableau 52, augmentent en fonction de l'âge de l'occupant jusqu'à 54 ans. Ces risques relatifs passent de 2.96 pour les occupants du groupe d'âge 5- 15 ans à 5.51 pour ceux du groupe d'âge 45-54 ans. En ce qui concerne les occupants des groupes d'âge 55-64 ans et 65 ans et plus, le non port de la ceinture augmente le risque de décès d'un facteur 5.05 et 4.22 respectivement. Pour comparaison avec ce dernier groupe d'âge, une étude conduite en Ontario sur les facteurs affectant la gravité des accidents de la période 1988-1993 (caractérisés par les mêmes attributs cités précédemment) chez des conducteurs âgés de 65 ans et plus donne un risque relatif de décéder associée au non port de la ceinture de 4.02 avec un intervalle de confiance de [3.22 ; 4.98] (Zhang et al, 2000).

Les risques relatifs selon l'âge des occupants dont on ne dispose d'aucune information sur le port de la ceinture de sécurité sont présentés au Tableau 53. Pour tous les groupes d'âge, ces occupants sont plus à risques que les occupants ceinturés même si les risques relatifs sont inférieurs à ceux du Tableau 52.

Tableau 52: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant. Québec 1978-1999. N= 1 663 631.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5-15 ans	2.96	[2.43 ; 3.59]	66.22
16-24 ans	4.52	[4.23 ; 4.84]	77.88
25-44 ans	5.42	[5.09 ; 5.76]	81.55
45-54 ans	5.51	[4.92 ; 6.17]	81.85
55-64 ans	5.05	[4.46 ; 5.73]	80.20
65 ans et plus	4.22	[3.77 ; 4.72]	76.30
Non précisée	2.66	[2.07 ; 3.42]	62.41

Tableau 53 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant. Québec 1978-1999. N=1 663 631

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5-15 ans	2.99	[2.25 ; 3.96]	66.56
16-24 ans	4.31	[3.93 ; 4.72]	76.80
25-44 ans	3.74	[3.42 ; 4.08]	73.26
45-54 ans	3.56	[3.00 ; 4.23]	71.91
55-64 ans	3.76	[3.13 ; 4.53]	73.40
65 ans et plus	3.20	[2.70 ; 3.80]	68.75
Non précisée	2.77	[2.09 ; 3.66]	63.90

En résumé, il est clair que le port de la ceinture de sécurité a contribué à la réduction du nombre de décès au Québec sur la période de 1978-1999. En effet, nous pouvons énoncer que le non port de la ceinture augmente en moyenne le risque de décès d'un facteur de 4.11 lorsque nous ne tenons pas compte des facteurs externes propres aux conditions de l'accident et des caractéristiques de l'occupant telles que sa fonction, son âge et son sexe. Ce facteur est encore plus important et atteint la valeur de 4.81 lorsque nous tenons compte des facteurs externes. Ce risque relatif de décéder pour non port de la ceinture chez les occupants victimes d'accidents est un risque relatif moyen sur toute la période des 22 années d'observation. Les modèles qui estiment les risques relatifs en tenant compte des effets des variables

explicatives ainsi que de leur interaction avec le port de la ceinture montre que l'effet de la ceinture, sur la réduction de la probabilité de décès lors d'un accident, varie selon les modalités de plusieurs variables explicatives considérées. Ainsi les risques relatifs ajustés de décès lors d'un accident, associés au non port comparativement au port de la ceinture, sont de 5.37 pour les conducteurs, 4.11 pour les passagers avants et 2.39 pour les passagers arrières. Les occupants non ceinturés et qui sont victimes d'un capotage ou sortie de route ont 10.43 fois plus de chance de décéder que les occupants ceinturés victimes du même genre d'accidents. Par contre, le risque relatif ajusté est réduit à 3.94 pour les collisions avec un autre véhicule routier. L'effet de la ceinture est plus grand lors d'impacts arrières avec un risque relatif ajusté de 6.28 comparativement à 3.28 pour les impacts frontaux. Rappelons cependant que les impacts arrières inclus tous les occupants de tous les véhicules impliqués dans ce type d'accident et non pas seulement les occupants des véhicules qui subissent le choc arrière. De plus, les occupants non ceinturés des modèles de véhicules plus récents (1994-2000) ont 7.65 fois plus de chance de décéder que ceux ceinturés et occupants des modèles de ces mêmes années. Pour les occupants des modèles d'avant 1990, le risque relatif ajusté associé au non port est plus faible à 4.64. Enfin, avant l'âge de 55 ans, plus l'occupant est âgé plus le non port de la ceinture augmente le risque de décès. Ainsi, un occupant non ceinturé du groupe d'âge 5 à 15 ans a 2.96 fois plus de chance de décéder, relativement à un occupant ceinturé, contre 5.51 pour celui du groupe d'âge 45 à 54 ans. Pour les occupants du groupe d'âge 55 à 64 ans et 65 ans et plus, ces risques passent à 5.05 et 4.22 respectivement.

4.4 Analyse du bilan routier pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé durant la période 1994-1999.

Dans la section précédente, nous avons remarqué que les taux de décès chez les occupants non ceinturés ainsi que les risques relatifs (rapport de cotes) ont beaucoup variés sur la période d'étude de 1978 à 1990 (Voir Figures 12 et 13). Les taux de décès chez les occupants non ceinturés ont augmentés de façon exponentielle jusqu'en 1990 avant d'atteindre un certain plateau. Quant aux risques relatifs, ils ont variés entre 3 et 6 de 1978 et 1989 pour augmenter jusqu'à des valeurs supérieures à 8 entre 1993 et 1999. Il ressort également des analyses descriptives précédentes que le taux de port de la ceinture de sécurité pour l'ensemble des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé a augmenté jusqu'en 1990. Cependant, durant les dernières années les taux de port sont demeurés relativement stationnaire bien qu'élevés à des niveaux supérieurs à 90%. Entre temps, le rapport d'accident de police a connu un changement important en septembre 1988 et depuis cette période, le port de la ceinture de sécurité des occupants sans blessure apparente n'est plus saisi par le policier. Par ailleurs, les normes de sécurité apportées par les véhicules n'ont cessé d'évoluer dans le temps (McGee, 1989). Compte tenu de toutes ces variations dans le temps, il nous apparaît important d'estimer l'effet de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès sur les routes au Québec en ne considérant que les données les plus récentes, soit les données pour la période 1994-1999. Dans ce but, nous allons donc reprendre exactement les mêmes étapes que pour la période 1978-1999.

4.4.1 Analyse descriptive des variables explicatives du modèle de régression logistique

4.4.1.1 État de l'occupant

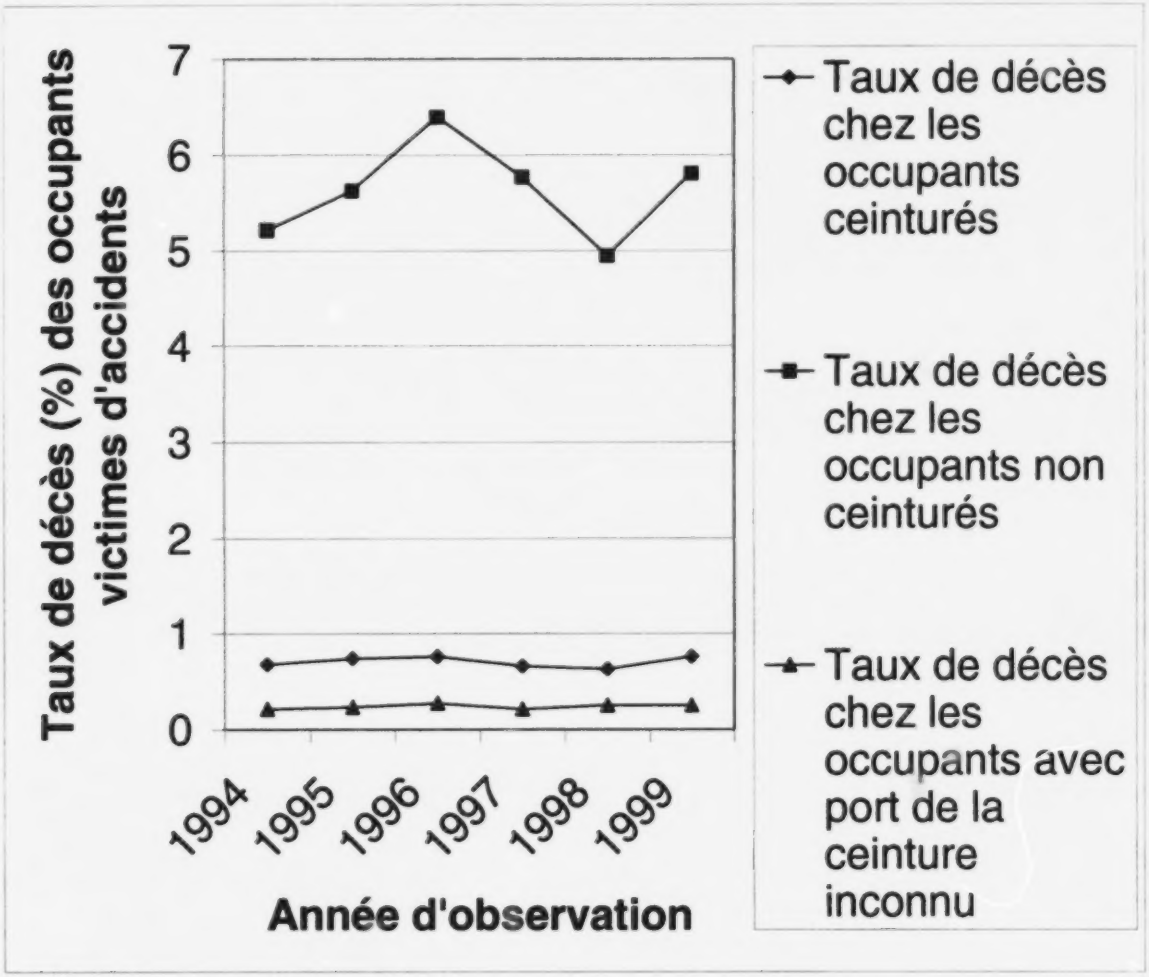
Entre 1994 et 1999, la SAAQ a enregistré un total de 387 897 occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé. Parmi ces occupants de cinq ans et plus, 3 156 sont décédés des suites de l'accident. Le Tableau 54 donne la répartition des occupants selon leur état. Notons que l'état de 79 952 occupants est inconnu pour cette période et a été recodé comme sans blessure apparente.

Tableau 54 : Distribution de l'état des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé, Québec 1994 à 1999.

Variable	Effectif	Fréquence relative (%)
État de l'occupant		
Décédé	3 156	0.81
Blessée grièvement	23 775	6.14
Blessée légèrement	187 910	48.44
Sans blessure apparente	173 056	44.61
Total	387 897	100.00

L'examen du taux annuel de décès parmi les victimes d'accidents (pour 100 victimes d'accidents) comportant au moins un blessé montre une croissance de 1994 à 1996 suivie d'une décroissance pour les années 97-98. Il semble qu'il s'amorce une détérioration dans le taux de mortalité due aux accidents au cours de l'année 1999 (Figure 18). Les taux annuel de décès chez les occupants ceinturés et avec port de la ceinture inconnu sont beaucoup plus faibles et très stables dans la période 1994-1999.

Figure 18: Taux de décès, selon le port ou non de la ceinture de sécurité, des occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé sur les routes du Québec pour la période 1994-1999.



4.4.1.2- Le port de la ceinture de sécurité

Le taux de port de la ceinture de sécurité parmi les occupants des véhicules ayant eu un accident comportant au moins un blessé pour la période 1994-1999 est en moyenne de 72.27%. Ce taux est inférieur en moyenne sur toute la période d'étude à celui des occupants de véhicules légers du Québec, principalement à cause que les occupants avec port de la ceinture « non précisé » sont inclus dans le total de référence pour le calcul des taux de port. Lorsqu'on ne tient pas compte des non-réponses sur le port ou non de la ceinture, alors le taux de port des occupants de véhicules victimes d'accidents est

supérieur aux taux officiels donnés par Transports Canada et renforce l'opinion émise par certains chercheurs que le taux de port est surestimé lorsque calculé à partir des rapports de police. Néanmoins et quelque soit la méthode utilisée, les taux de port chez les occupants non décédés dans la province du Québec pour la période 1994-1999 sont plus élevés que chez les occupants décédés, comme le montre le Tableau 55.

Tableau 55 : Nombre de occupants victimes d'accidents et taux de port de la ceinture de sécurité selon leur état.

Année	Nombre d'occupants non décédés	Nombre d'occupants décédés	Taux de port des occupants non décédés[1]	Taux de port des occupants décédés[1]	Taux de port des occupants non décédés[2]	Taux de port des occupants décédés[2]
1994	66 253	530	71.85	61.70	93.88	65.66
1995	65 704	566	72.88	62.72	94.17	66.73
1996	63 888	586	72.93	61.26	94.46	65.75
1997	63 610	497	72.38	61.57	94.63	65.67
1998	61 578	446	72.40	63.23	94.78	68.78
1999	63 708	531	71.63	65.54	95.14	70.73
1994-1999	**384 741**	**3 156**	**72.35**	**62.64**	**94.50**	**67.15**

1 « non précisé» inclus dans le total de référence

2 « non précisé» exclus dans le total de référence

On note au Tableau 56 un taux de décès de 0.71% chez les porteurs de la ceinture de sécurité comparativement à 5.63% chez les non porteurs. L'estimation du risque relatif de décéder pour un occupant ne portant pas la ceinture de sécurité par rapport à une victime d'accident portant la ceinture est de 8.40 (I.C. au niveau 95% : [7.77 ; 9.12]). Ce risque relatif pour la période 1994-1999, non ajusté pour les variables de contrôle, est le double du risque de 4.11 obtenu sur l'ensemble de la période de l'étude, c'est-à-dire de 1978 à 1999.

Tableau 56 : État de l'occupant selon le port de la ceinture de sécurité de 1994-1999

Variable	Port de la ceinture					
	Oui		Non		Non précisé	
État de l'occupant	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Décédé	1 977	0.71	967	5.63	212	0.23
Blessée grièvement	18 692	6.67	3 215	18.72	1 868	2.07
Blessée légèrement	170 726	60.90	10 877	63.33	6 307	6.98
Sans blessure apparente	88 923	31.72	2 116	12.32	82 017	90.72
Total	**280 318**	**100.00**	**17 175**	**100.00**	**90 404**	**100.00**

Les sections suivantes décrivent l'analyse conjointe de chacune des variables du bilan routier avec la variable état de l'occupant (décès ou non-décès lors de l'accident) lorsqu'il porte la ceinture de sécurité ou non. L'analyse de la relation entre chaque variable caractérisant l'accident et le décès est conditionnelle au port de la ceinture et ne dépend pas des autres variables de contrôle.

4.4.1.3- Moment de l'accident

Tableau 57: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le moment de l'accident de 1994 à 1999. N=387 897

Moment et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Jour (7h00 à 20h59) N=309 148 (79.70%)					
Oui	223 213	1 401	224 614	(72.66)	0.62
Non	9 911	475	10 386	(3.36)	4.57
Non précisé	74 024	124	74 148	(23.98)	0.17
Nuit (21h00 à 6h59) N=75 349 (19.43%)					
Oui	53 037	561	53 598	(71.13)	1.05
Non	6 175	476	6 651	(8.83)	7.16
Non précisé	15 013	87	15 100	(20.04)	0.58
Non précisé N=3 400 (0.88%)					
Oui	2 091	15	2 106	(61.94)	0.71
Non	122	16	138	(4.06)	11.59
Non précisé	1 155	1	1 156	(34.00)	0.09

N=Nombre d'occupants

Le Tableau 57 montre que 79.70% des occupants ont eu leur accident pendant le jour tandis que 19.43% l'ont subi entre 21h00 et 6h59. Les taux de décès pour les accidents de nuit (1.49%) est le double de celui du jour (0.65%). Cependant, la ceinture de sécurité est autant utilisée par les occupants ayant eu un accident le jour (72.66%) que la nuit (71.13%). Par ailleurs, du Tableau 58, on peut dire que le risque de décéder pour un non-porteur est plus de 7 fois celui d'un porteur que ce soit pour un accident ayant lieu avant ou après 21 heures. Il ressort également du Tableau 59 que le risque de décéder pour un occupant dont le port de la ceinture n'est pas précisé est 0.27 et 0.55 fois celui d'un porteur respectivement avant et après 21 heures.

Tableau 58: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le moment de l'accident, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Moment de l'accident			
Jour	***7.64	[6.87 ; 8.49]	86.91
Nuit	***7.29	[6.43 ; 8.26]	86.28
Non précisé	***18.28	[8.83 ; 37.85]	94.53

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 59: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le moment de l'accident, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice efficacité (%)
Moment de l'accident			
Jour	***0.27	[0.22 ; 0.32]	-270.37
Nuit	***0.55	[0.44 ; 0.69]	-81.82
Non précisé	**0.12	[0.02 ; 0.92]	-733.33

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.4- Catégorie de route

La route numérotée est le lieu de l'accident pour 40.81% des occupants (Tableau 60). L'autre grande majorité des occupants ont vécu leur accident sur une rue, une ruelle ou un chemin (53.25%). Nous avons regroupé les catégories rue et chemin bien que ne représentant pas les mêmes proportions des occupants de manière à faire des comparaisons avec les résultats de la période 1978-1999. Une catégorie particulière de route empruntée est le chemin forestier ou minier en ce sens que même si très peu

d'occupants ont eu leur accident sur ce type de route (0.38%), elle combine un fort taux de décès de 2.65 pour 100 victimes d'accidents et un faible taux de port à 62.24%. D'une manière générale, la route numérotée est meurtrière relativement aux chemins urbains comme la rue, la ruelle ou le chemin, avec un taux de décès de 1.40 comparée à 0.40.

Le port de la ceinture est bas sur les types de route «autres» (54.86%) et relativement moyen (77.44% et 70.04% respectivement) sur la «route numérotée» ou la « rue, ruelle, chemin». Même si le taux de décès est relativement bas sur la catégorie «rue, ruelle, chemin» par rapport à celui enregistré pour la route numérotée, dans le Tableau 61 on constate que le non-porteur de ceinture voit son risque de décéder être multiplié par un facteur de 13.23 (par rapport à celui du porteur) sur la catégorie «rue, ruelle, chemin» comparativement à un facteur de 7.48 pour une route numérotée. L'efficacité de la ceinture est inférieur bien que importante sur le chemin forestier / minier, comparativement aux catégories précédentes, puisque le risque relatif est de 5.68. Lorsque le port de la ceinture n'est pas précisé, on constate que la ceinture de sécurité est relativement efficace seulement sur le catégorie de route « chemin forestier/minier » avec un risque relatif de 1.83 (Tableau 62).

Tableau 60: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la catégorie de route de 1994 à 1999. N=387 897

Catégorie de route et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Route numérotée N= 158 287 (40.81%)					
Oui	121 075	1 497	122 572	(77.44)	1.22
Non	6 388	591	6 979	(4.41)	8.47
Non précisé	28 609	127	28 736	(18.15)	0.44
Rue, chemin, ruelle N= 206 561 (53.25%)					
Oui	144 240	431	144 671	(70.04)	0.30
Non	8 224	325	8 549	(4.14)	3.80
Non précisé	53 264	77	53 341	(25.82)	0.14
Chemin forestier/minier N= 1 470 (0.38%)					
Oui	904	11	915	(62.24)	1.20
Non	347	24	371	(25.24)	6.47
Non précisé	180	4	184	(12.52)	2.17
Autres N= 9 903 (2.55%)					
Oui	5 415	18	5 433	(54.86)	0.33
Non	805	23	828	(8.36)	2.78
Non précisé	3 639	3	3 642	(36.78)	0.08
Non précisée N= 11 676 (3.01%)					
Oui	6 707	20	6 727	(57.61)	0.30
Non	444	4	448	(3.84)	0.89
Non précisé	4 500	1	4 501	(38.55)	0.02

N=Nombre d'occupants

Tableau 61 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la Catégorie de route, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Catégorie de route			
Route numérotée	***7.48	[6.78 ; 8.26]	86.63
Rue, chemin, ruelle	***13.23	[11.43 ; 15.30]	92.44
Chemin forestier/minier	***5.68	[2.76 ; 11.73]	82.39
Autres	***8.60	[4.62 ; 16.00]	88.37
Non précisé	**3.02	[1.03 ; 8.88]	66.89

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 62: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la Catégorie de route, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Catégorie de route			
Route numérotée	***0.36	[0.30 ; 0.43]	-177.78
Rue, chemin, ruelle	***0.48	[0.38 ; 0.62]	-108.33
Chemin forestier/minier	1.83	[0.58 ; 5.80]	45.36
Autres	**0.25	[0.07 ; 0.84]	-300.00
Non précisé	**0.08	[0.01 ; 0.56]	-1150.00

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.5- Le genre d'accident

L'analyse de la liaison entre le genre de l'accident et de sa mortalité montre que le genre d'accident le plus meurtrier est celui dénommé «autres sans collision» car sur 100 victimes d'accidents de ce genre, 3.98 décéderont (Tableau 63). Heureusement ce genre est très rare puisqu'il n'est associé qu'à 0.54% des occupants comme le montre la colonne 1 du Tableau 63. Le genre d'accident le plus fréquent est la collision avec un véhicule routier. Les victimes de ce type d'accident représentent 71.94 % du total des occupants. Le taux de décès associé (0.67%) est inférieur à celui de la moyenne des victimes d'accidents (0.81%). Il est du reste largement inférieur au taux de décès associé à la collision avec un objet fixe (2.22%). La catégorie «capotage ou sortie de route» qui représente 9.28% des occupants victimes d'accidents admet le plus grand taux de port de la ceinture soit 84.41% mais un taux de décès de 1.61%. Le taux de port de la ceinture est dans le cas de collision avec un véhicule routier de 74.35%. Il se situe

entre 67.93% et 81.23% pour toutes les autres catégories d'accident à l'exception de la catégorie «autres : collisions» où le taux de port est assez bas à 46.88%.

On retrouve le fait largement souligné dans la littérature que le port de la ceinture est très bas chez les occupants décédés relativement à ceux qui ne subissent que des blessures graves ou légères ou se sortent de l'accident sans blessure apparente. Ainsi pour le genre «capotage ou sortie de route» seuls 40.07% des occupants décédés dans ce genre d'accident portent la ceinture. Le meilleur taux de port parmi les décédés (72.95%) est atteint pour la collision avec un véhicule routier alors que pour le reste des genres d'accident ce taux se situe entre de 50% et 60%. Les Tableaux 64 et 65 permettent de mesurer l'efficacité du port de la ceinture pour préserver la vie selon le genre d'accident. Le risque relatif de décéder lorsqu'on ne porte pas la ceinture de sécurité atteint sa valeur maximale de 11.82 dans le cas de «capotage ou sortie de route». Le risque relatif est 6.65 pour la collision avec un véhicule routier et de 5.18 pour la collision avec un objet fixe. La catégorie autres collisions enregistre un risque relatif de 9.70. Lorsqu'on compare le port « non précisé » de la ceinture avec le port, le risque relatif est important pour les collisions avec objet fixe (1.84) et capotage ou sortie de route (1.76).

Tableau 63: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le genre d'accident de 1994 à 1999. N=387 897

Genre d'accident et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Collision avec véhicule routier N= 279 071 (71.94%)					
Oui	206 118	1 362	207 480	(74.35)	0.66
Non	8 600	378	8 978	(3.22)	4.21
Non précisé	62 486	127	62 613	(22.44)	0.20
Collision avec objet fixe N= 20 059 (5.17%)					
Oui	16 055	239	16 294	(81.23)	1.47
Non	2 205	170	2 375	(11.84)	7.16
Non précisé	1 353	37	1 390	(6.93)	2.66
Sans collision: capotage ou sortie de route N= 36 016 (9.28%)					
Oui	30 170	232	30 402	(84.41)	0.76
Non	3 566	324	3 890	(10.80)	8.33
Non précisé	1 701	23	1 724	(4.79)	1.33
Autres: collision N= 46 907 (12.09%)					
Oui	21 912	80	21 992	(46.88)	0.36
Non	1 271	45	1 316	(2.81)	3.42
Non précisé	23 591	8	23 599	(50.31)	0.03
Autres: sans collision N= 2 086 (0.54%)					
Oui	1 378	39	1 417	(67.93)	2.75
Non	318	32	350	(16.78)	9.14
Non précisé	307	12	319	(15.29)	3.76
Non précisé N= 3 758 (0.97%)					
Oui	2 708	25	2 733	(72.72)	0.91
Non	248	18	266	(7.08)	6.77
Non précisé	754	5	759	(20.20)	0.66

N=Nombre d'occupants

Tableau 64 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	***6.65	[5.92 ; 7.47]	84.96
Collision avec objet fixe	***5.18	[4.23 ; 6.34]	80.69
Capotage ou sortie de route	***11.82	[9.95 ; 14.03]	91.54
Autres collisions	***9.70	[6.70 ; 14.03]	89.69
Autres sans collisions	***3.56	[2.19 ; 5.76]	71.91
Non précisé	***7.86	[4.23 ; 14.61]	87.28

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 65 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	***0.31	[0.26 ; 0.37]	-222.58
Collision avec objet fixe	***1.84	[1.29 ; 2.61]	45.65
Capotage ou sortie de route	**1.76	[1.14 ; 2.71]	43.18
Autres collisions	***0.09	[0.05 ; 0.19]	-1011.11
Autres sans collisions	1.38	[0.72 ; 2.67]	27.54
Non précisé	0.72	[0.27 ; 1.88]	-38.89

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.6- Type d'impact

Le Tableau 66 montre que les deux types d'impact les plus fréquents sont respectivement l'impact latéral frontal, avec 23.99% et l'impact arrière avec 24.13% des cas des victimes d'accidents entre 1994-1999. Lorsqu'on ne tient pas compte du sens de l'impact, alors l'impact latéral représente 39.01% des cas. Les victimes d'accident avec le type d'impact «code 15,16» (accident avec sortie de chaussée ou capotage sans antagoniste) représentent 11.22% du total des occupants alors que le type d'impact frontal qui est le plus meurtrier n'est heureusement pas très commun avec 5.89% des cas. La collision frontale tue 5

occupants sur 100 (victimes de choc frontal) tandis que l'impact «code 15,16» tue 2 occupants sur 100 ayant subi ce type d'impact. Remarquons que l'accident avec impact arrière n'est presque pas meurtrier (0.15 pour 100 victimes avec impact arrière) tout comme l'accident avec impact latéral (0.38 ; 0.22; et 0.52 suivant le sens frontal, même sens ou sens inverse) admet des taux inférieurs à la moyenne.

L'examen du port de la ceinture pour les différents types d'impact montre une disparité en ce sens que les taux de port sont assez élevés entre 72% et 83% pour les chocs arrière, frontal, code 15 et 16, latéraux sauf latéral, même sens) et assez faibles à 61.84 et 56.66% pour respectivement les types d'impact autres et les accidents à plusieurs véhicules.

Le Tableau 67 met en exergue que l'efficacité du port de la ceinture est plus grande dans le cas d'un impact arrière puisque le risque relatif de décéder pour un non porteur de la ceinture par rapport à un porteur est de 15.31. Rappelons cependant que les accidents avec impact arrière inclus tous les occupants des véhicules impliqués dans ces accidents, c'est-à-dire tous les occupants des véhicules à l'avant qui subissent le choc arrière ainsi que tous les occupants des véhicules à l'arrière qui entrent en collision avec le ou les véhicules à l'avant. Le risque relatif n'est que 3.73 dans le cas de choc frontal alors que les taux de décès pour ce type d'impact chez les porteurs et les non-porteurs sont très importants à 4.12% et 13.83% respectivement. Si on classe les risques relatifs de décéder suivant les différents types d'impact, l'efficacité du port de la ceinture de sécurité serait la meilleure respectivement dans l'ordre suivant : impact arrière (OR=15.31), impact latéral de même sens (OR=10.99), code autre que 15 et 16 (OR=8.81), code 15 et 16 (OR= 8.19), latéral frontal (OR=8.10), latéral sens inverse (OR=5.93), et en dernier lieu impact frontal (OR=3.73).

Tableau 66 : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le type d'impact de 1994 à 1999. N= 387 897

Type d'impact et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Latéral frontal N= 93 066 (23.99%)					
Oui	68 441	251	68 692	(73.81)	0.37
Non	2 425	72	2 497	(2.68)	2.88
Non précisé	21 846	31	21 877	(23.51)	0.14
Latéral, même sens N= 11470 (2.96%)					
Oui	7 834	16	7 850	(68.44)	0.20
Non	312	7	319	(2.78)	2.19
Non précisé	3 299	2	3 301	(28.78)	0.06
Latéral, sens inverse N= 46 798 (12.06%)					
Oui	36 349	193	36 542	(78.08)	0.53
Non	1 333	42	1 375	(2.94)	3.05
Non précisé	8 874	7	8 881	(18.98)	0.08
Arrière N= 93 602 (24.13%)					
Oui	67 345	86	67 431	(72.04)	0.13
Non	2 097	41	2 138	(2.28)	1.92
Non précisé	24 020	13	24 033	(25.68)	0.05
frontal N= 22 853 (5.89%)					
Oui	17 342	746	18 088	(79.15)	4.12
Non	1 140	183	1 323	(5.79)	13.83
Non précisé	3 372	70	3 442	(15.06)	2.03
Code 15, 16 N= 43 532 (11.22%)					
Oui	35 686	406	36 092	(82.91)	1.12
Non	4 359	406	4 765	(10.95)	8.52
Non précisé	2 630	45	2 675	(6.14)	1.68
Autre que 15, 16 N= 3 6258 (9.35%)					
Oui	22 283	140	22 423	(61.84)	0.62
Non	2 458	136	2 594	(7.15)	5.24
Non précisé	11 215	26	11 241	(31.00)	0.23
Autres, > 1 véhicule N= 28 550 (7.36%)					
Oui	16 074	103	16 177	(56.66)	0.64
Non	1 536	51	1 587	(5.56)	3.21
Non précisé	10 774	12	10 786	(37.78)	0.11
Non précisé N= 11 768 (3.03%)					
Oui	6 987	36	7 023	(59.68)	0.51
Non	548	29	577	(4.90)	5.03
Non précisé	4 162	6	4 168	(35.42)	0.14

N=Nombre d'occupants

Tableau 67 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le type d'impact, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	***8.10	[6.21 ; 10.55]	87.65
Latéral même sens	***10.99	[4.49 ; 26.89]	90.90
Latéral sens inverse	***5.93	[4.23 ; 8.32]	83.14
Impact arrière	***15.31	[10.53 ; 22.27]	93.47
Impact frontal	***3.73	[3.14 ; 4.43]	73.19
Codes 15 et 16	***8.19	[7.11 ; 9.43]	87.79
Autres que 15 et 16	***8.81	[6.93 ; 11.19]	88.65
Autres plusieurs véhicules	***5.18	[3.69 ; 7.28]	80.69
Non précisé	***10.27	[6.25 ; 16.88]	90.26

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 68 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le type d'impact, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	***0.39	[0.27 ; 0.56]	-156.41
Latéral même sens	0.30	[0.07 ; 1.29]	-233.33
Latéral sens inverse	***0.15	[0.07 ; 0.32]	-566.67
Impact arrière	***0.42	[0.24 ; 0.76]	-138.10
Impact frontal	***0.48	[0.38 ; 0.62]	-108.33
Codes 15 et 16	**1.50	[1.10 ; 2.05]	33.33
Autres que 15 et 16	***0.37	[0.24 ; 0.56]	-170.27
Autres plusieurs véhicules	***0.17	[0.10 ; 0.32]	-488.24
Non précisé	***0.28	[0.12 ; 0.67]	-257.14

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.7- Fonction de l'occupant

La fonction de l'occupant dans le véhicule est une variable importante et souvent utilisée dans la littérature de sécurité routière pour tenir compte de l'efficacité de la ceinture. Cette dernière varie suivant le conducteur, le passager avant ou le passager arrière. Le Tableau 69 fait ressortir que la majorité des occupants sont des conducteurs (52.36%), 18.22% des passagers avants, et 8.38% des passagers arrières.

Les conducteurs ont un taux de décès (1.08%) supérieur à la moyenne (0.81%). Les taux de port des passagers avants et des conducteurs sont très proches et respectivement de 91.84% et 92.91% alors que le taux de port des passagers arrières est assez faible par rapport aux deux autres catégories puisque de 84.49%. Cependant la mesure de l'effet de la ceinture suivant la place occupée dans le véhicule, dans le Tableau 70, montre que le risque de décéder est multiplié par 6.55 et 7.18 pour le non porteur (relativement au porteur) lorsqu'il est passager avant et arrière respectivement. Par contre, pour le conducteur, ne pas s'attacher multiplie son risque de décès par un coefficient de 10.16. Par ailleurs, le Tableau 71, montre que le risque de décéder est multiplié par 3 pour la non précision du port de la ceinture (relativement au porteur) qu'il soit passager arrière ou conducteur. Par contre, pour le passager avant le risque relatif est de 3.88.

Tableau 69: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la fonction de l'occupant dans le véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897

Fonction et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Conducteur N= 203 107 (52.36%)					
Oui	185 156	1 377	186 533	(91.84)	0.74
Non	8 772	663	9 435	(4.65)	7.03
Non précisé	6 985	154	7 139	(3.51)	2.16
Passager avant N= 70 673 (18.22%)					
Oui	65 205	459	65 664	(92.91)	0.70
Non	3 386	156	3 542	(5.01)	4.40
Non précisé	1 428	39	1 467	(2.08)	2.66
Passager arrière N= 32 517 (8.38%)					
Oui	27 338	134	27 472	(84.49)	0.49
Non	3 949	139	4 088	(12.57)	3.40
Non précisé	943	14	957	(2.94)	1.46
Non précisée N= 81 600 (21.04%)					
Oui	642	7	649	(0.80)	1.08
Non	101	9	110	(0.13)	8.18
Non précisé	80 836	5	80 841	(99.07)	0.01

N=Nombre d'occupants

Tableau 70 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	***10.16	[9.24 ; 11.18]	90.16
passager avant	***6.55	[5.44 ; 7.87]	84.73
Passager arrière	***7.18	[5.65 ; 9.13]	86.07
Non précisé	***8.17	[2.98 ; 22.43]	87.76

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 71: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule, 1994-1999.

Variables explicatives	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	***2.97	[2.51 ; 3.51]	66.33
passager avant	***3.88	[2.79 ; 5.40]	74.23
Passager arrière	***3.03	[1.74 ; 5.27]	67.00
Non précisé	-	-	-

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.8- Vitesse autorisée

Selon le Tableau 72 la majorité des occupants (52.03%) ont subi leur accident dans une zone de vitesse maximum autorisée de 50 km/h, et 19.31% des occupants sur les routes à haute vitesse (90 km/h à 110 km/h). Le taux de décès parmi les victimes d'accident est inférieure à la moyenne sur les routes à basse vitesse de 50 km/h et moins (0.21% et 0.18% respectivement). Il est cependant de 2.40% sur les routes à haute vitesse. C'est un fait révélateur de l'importance de la vitesse dans la gravité ou mortalité des accidents.

L'examen du taux de port montre qu'il est relativement bas par rapport à la moyenne (72.27%) sur les routes à très basse vitesse (40 km/h et moins) puisque sa valeur est 60.47%. Néanmoins 71.14% des occupants portent la ceinture sur les routes dont la vitesse autorisée est de 50 km/h ou plus. On retrouve le résultat souligné précédemment que le taux de port est moindre chez les occupants décédés puisqu'il varie de 42.11% (très basse vitesse de 40 km/h et moins) à 67.98% dans le cas de route à haute vitesse (90 à 110 km/h).

L'effet du port de la ceinture pour réduire la mortalité varie selon la route à vitesse limite autorisée empruntée (Tableau 73). Ainsi le risque de décéder lorsqu'on n'est pas ceinturé est multiplié par 7.83 pour les routes à très basse vitesse maximum autorisée (40km/h et moins), 11.80 sur les routes à basse vitesse (50 km/h), 10.11 sur les routes à moyenne vitesse a (60, 70 et 80 km/h) et 6.37 pour les routes à

haute vitesse (90 km/h et plus). Plus la vitesse est grande et plus le port de la ceinture perd de son efficacité à préserver la vie.

Tableau 72: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et la vitesse autorisée de 1994 à 1999. N= 3878 97

Vitesse autorisée et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
10, 20, 30 et 40 km/h N= 10 521 (2.71%)					
Oui	6 354	8	6 362	(60.47)	0.13
Non	507	5	512	(4.87)	0.98
Non précisé	3 641	6	3 647	(34.66)	0.16
50 km/h N= 201 804 (52.03%)					
Oui	143 310	250	143 560	(71.14)	0.17
Non	6 657	137	6 794	(3.37)	2.02
Non précisé	51 406	44	51 450	(25.50)	0.09
60, 70 et 80 km/h N= 63 430 (16.35%)					
Oui	47 711	380	48 091	(75.82)	0.79
Non	3 416	275	3 691	(5.82)	7.45
Non précisé	11 605	43	11 648	(18.36)	0.37
90, 100 et 110 km/h N= 74 899 (19.31%)					
Oui	59 098	1 223	60 321	(80.54)	2.03
Non	3 633	479	4 112	(5.49)	11.65
Non précisé	10 369	97	10 466	(13.97)	0.93
Autres N= 2 068 (0.53%)					
Oui	1 391	10	1 401	(67.75)	0.71
Non	138	6	144	(6.96)	4.17
Non précisé	523	0	523	(25.29)	0.00
Non précisée N= 35 175 (9.07%)					
Oui	20 477	106	20 583	(58.52)	0.51
Non	1 857	65	1 922	(5.46)	3.38
Non précisé	12 648	22	12 670	(36.02)	0.17

N=Nombre d'occupants

Tableau 73: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la vitesse maximale autorisée, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Vitesse autorisée			
10, 20, 30 et 40 km/h	***7.83	[2.55 ; 24.03]	87.23
50 km/h	***11.80	[9.57 ; 14.55]	91.53
60, 70 et 80 km/h	***10.11	[8.62 ; 11.85]	90.11
90, 100 et 110 km/h	***6.37	[5.70 ; 7.12]	84.30
Autres	***6.05	[2.17 ; 16.89]	83.47
Non précisée	***6.76	[4.95 ; 9.24]	85.21

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 74: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la vitesse maximale autorisée, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Vitesse autorisée			
10, 20, 30 et 40 km/h	1.31	[0.45 ; 3.78]	23.66
50 km/h	***0.49	[0.36 ; 0.68]	-104.08
60, 70 et 80 km/h	***0.47	[0.34 ; 0.64]	-112.77
90, 100 et 110 km/h	***0.45	[0.37 ; 0.56]	-122.22
Autres	-	-	-
Non précisée	***0.34	[0.21 ; 0.53]	-194.12

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.1.9- Âge de l'occupant

La répartition des occupants suivant l'âge, dans le Tableau 75, montre qu'il y a 3.16% d'enfants de 5-15 ans. Une analyse détaillée des occupants de 5 à 10 ans est présentée en Annexe 4 pour la période 1990-1999. Les 16-24 ans représentent 14.93 % des occupants. La tranche d'âge la plus fréquente est celle des 25-44 ans avec 21.31%. Les 65 ans et plus forment 4.40% des occupants. Cependant cette classe d'âge a le taux de décès le plus important à 3.05 pour 100 victimes d'accidents. D'une manière générale les 55 ans et plus ont un taux de décès supérieur à la moyenne. Concernant le port de la ceinture, les occupants plus âgés (45 ans et plus) ont des taux de port de 90% et plus. Les 5-44 ans ont des taux entre 87% et 89%.

Le risque relatif de décéder des non porteurs relativement aux porteurs de la ceinture varie en fonction de l'âge. Le Tableau 76 laisse apparaître qu'en dehors de la classe des 65 ans et plus, il y a une relation de dose réponse entre le risque relatif de décès et l'âge puisque le risque relatif croît de la valeur de 3.73 pour les 5-15 ans jusqu'à 9.20 pour les 55-64 ans. Cependant pour les 65 ans et plus le risque relatif chute à la valeur de 5.65.

Tableau 75: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'âge de l'occupant de 1994 à 1999. N= 387 897.

Âge et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
5 -15 ans N= 12 247 (3.16%)					
Oui	10 589	72	10 661	(87.05)	0.68
Non	1 143	29	1 172	(9.57)	2.47
Non précisé	408	6	414	(3.38)	1.45
16 -24 ans N= 57 902 (14.93%)					
Oui	50 192	485	50 677	(87.52)	0.96
Non	4 633	279	4 912	(8.48)	5.68
Non précisé	2 246	67	2 313	(3.99)	2.90
25 -44 ans N= 82 644 (21.31%)					
Oui	72 910	633	73 543	(88.99)	0.86
Non	5 332	358	5 690	(6.88)	6.29
Non précisé	3 339	72	3 411	(4.13)	2.11
45 -54 ans N= 27 465 (7.08%)					
Oui	24 938	224	25 162	(91.61)	0.89
Non	1 276	100	1 376	(5.01)	7.27
Non précisé	900	27	927	(3.38)	2.91
55 -64 ans N= 15 400 (3.97%)					
Oui	13 955	173	14 128	(91.74)	1.22
Non	693	79	772	(5.01)	10.23
Non précisé	488	12	500	(3.25)	2.40
65 ans et plus N= 17 070 (4.40%)					
Oui	15 151	379	15 530	(90.98)	2.44
Non	814	115	929	(5.44)	12.38
Non précisé	584	27	611	(3.58)	4.42
Non précisé N= 175 169 (45.16%)					
Oui	90 606	11	90 617	(51.73)	0.01
Non	2 317	7	2 324	(1.33)	0.30
Non précisé	82 227	1	82 228	(46.94)	0.00

N=Nombre d'occupants

Tableau 76 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 - 15 ans	***3.73	[2.41 ; 5.77]	73.19
16 - 24 ans	***6.23	[5.36 ; 7.24]	83.95
25 - 44 ans	***7.73	[6.77 ; 8.83]	87.06
45 - 54 ans	***8.73	[6.85 ; 11.12]	88.55
55 - 64 ans	***9.20	[6.97 ; 12.13]	89.13
65 ans et plus	***5.65	[4.53 ; 7.04]	82.30
Non précisé	***24.89	[9.64 ; 64.25]	95.98

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 77 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 – 15 ans	*2.16	[0.94 ; 5.00]	53.70
16 – 24 ans	***3.09	[2.38 ; 4.00]	67.64
25 – 44 ans	***2.48	[1.94 ; 3.18]	59.68
45 – 54 ans	***3.34	[2.23 ; 5.01]	70.06
55 – 64 ans	**1.98	[1.10 ; 3.59]	49.49
65 ans et plus	***1.85	[1.24 ; 2.76]	45.95
Non précisé	-	-	-

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.10- Masse du véhicule

La masse du véhicule et la vitesse sont des facteurs importants expliquant la gravité d'un accident. Notons en premier lieu, dans le Tableau 78, que près de 95% des occupants prenaient place dans des véhicules dont la masse est comprise entre 500 et 2499 kg. 51.94 % des occupants ont subi leur accident dans un véhicule de masse comprise entre 500 et 1199 kg. Le taux de décès le plus important existe pour les véhicules les plus légers (moins de 500 kg). Le taux de port des véhicules pesant moins de 500 kg est 63.48 % tandis que celui des véhicules dont la masse est supérieure à 1900 kg est moins de 60%. Les occupants des véhicules dont la masse est comprise entre 1200 et 1899 kg ont un taux de port entre

67.36% et 76.29%. Nous considérons à présent si l'effet du port de la ceinture varie en fonction de la masse du véhicule. Le Tableau 79 montre que l'effet du port de la ceinture est plus grand pour les véhicules plus lourds. Le risque relatif est de 16.60 pour les véhicules de 1900-2499 kg et de 15.45 pour les véhicules de 2500 kg et plus. Pour les véhicules de masse les plus fréquentes respectivement de 500-1199 kg et 1200-1599 kg, les risques relatifs sont respectivement de 7.08 et 9.43.

Tableau 78: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et de la masse du véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897

Masse du véhicule et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
0 - 499 kg N= 879 (0.23%)					
Oui	553	5	558	(63.48)	0.90
Non	118	8	126	(14.33)	6.35
Non précisé	194	1	195	(22.18)	0.51
500 - 1199 kg N= 201 459 (51.94%)					
Oui	152 502	1184	153 686	(76.29)	0.77
Non	8 201	451	8 652	(4.29)	5.21
Non précisé	39 002	119	39 121	(19.42)	0.30
1200 - 1599 kg N= 118 584 (30.57%)					
Oui	84 756	582	85 338	(71.96)	0.68
Non	4 648	301	4 949	(4.17)	6.08
Non précisé	28 231	66	28 297	(23.86)	0.23
1600 - 1899 kg N= 34 363 (8.86%)					
Oui	23 045	101	23 146	(67.36)	0.44
Non	1 519	80	1 599	(4.65)	5.00
Non précisé	9 608	10	9 618	(27.99)	0.10
1900 - 2499 kg N= 11 211 (2.89%)					
Oui	6 692	32	6 724	(59.98)	0.48
Non	655	52	707	(6.31)	7.36
Non précisé	3 775	5	3 780	(33.72)	0.13
2500 - kg et plus N= 3 015 (0.78%)					
Oui	1 560	6	1 566	(51.94)	0.38
Non	202	12	214	(7.10)	5.61
Non précisé	1 235	0	1 235	(40.96)	0.00
Non précisée N= 18 386 (4.74%)					
Oui	9 233	67	9 300	(50.58)	0.72
Non	865	63	928	(5.05)	6.79
Non précisé	8 147	11	8 158	(44.37)	0.13

N=Nombre d'occupants

Tableau 79 : Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la masse du véhicule, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Masse du véhicule			
0 - 499 kg	***7.50	[2.41 ; 23.33]	86.67
500 - 1199 kg	***7.08	[6.34 ; 7.91]	85.88
1200 - 1599 kg	***9.43	[8.18 ; 10.87]	89.40
1600 - 1899 kg	***12.02	[8.92 ; 16.19]	91.68
1900 - 2499 kg	***16.60	[10.61 ; 25.98]	93.98
2500 kg et plus	***15.45	[5.73 ; 41.60]	93.53
Non précisée	***10.04	[7.07 ; 14.26]	90.04

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 80 : Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la masse du véhicule, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Masse du véhicule			
0 - 499 kg	0.57	[0.07 ; 4.91]	-75.44
500 - 1199 kg	***0.39	[0.33 ; 0.48]	-156.41
1200 - 1599 kg	***0.34	[0.26 ; 0.44]	-194.12
1600 - 1899 kg	***0.24	[0.12 ; 0.46]	-316.67
1900 - 2499 kg	***0.28	[0.11 ; 0.71]	-257.14
2500 kg et plus	-	-	-
Non précisée	***0.19	[0.10 ; 0.35]	-426.32

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.11- Sexe de l'occupant

Parmi l'ensemble des occupants victimes d'accidents, le Tableau 81 montre qu'il y a 28.64% de femmes, 26.75% d'hommes et 44.61% des occupants dont le sexe est non précisé dans la base de données. Le taux de décès chez les hommes (2.03) est le double de celui des femmes(0.95). De même le taux de port de la ceinture est plus élevé chez les femmes (92.33%) que chez les hommes (85.61%). Le Tableau 82 présente les risques relatifs qui sont de 6.50 pour les hommes et 4.59 pour les femmes. Dans le Tableau 83, on note que les risques de décéder pour les occupants dont le port de la ceinture de sécurité est non précisé sont de l'ordre de 2 dans les deux groupes .

Tableau 81: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et le sexe de l'occupant dans le véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897

Sexe et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Homme					
N= 103 766 (26.75%)					
Oui	87 666	1 172	88 838	(85.61)	1.32
Non	9 001	782	9 783	(9.43)	7.99
Non précisé	4 993	152	5 145	(4.96)	2.95
Femme					
N= 111 075 (28.64%)					
Oui	101 752	805	102 557	(92.33)	0.78
Non	5 091	185	5 276	(4.75)	3.51
Non précisé	3 182	60	3 242	(2.92)	1.85
Non précisé					
N= 173 056 (44.61%)					
Oui	88 923	0	88 923	(51.38)	0.00
Non	2 116	0	2 116	(1.22)	0.00
Non précisé	82 017	0	82 017	(47.39)	0.00

N=Nombre d'occupants

Tableau 82: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le sexe de l'occupant, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Sexe de l'occupant			
Homme	***6.50	[5.92 ; 7.13]	84.62
Femme	***4.59	[3.91 ; 5.40]	78.21
Non précisé	-	-	-

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 83: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le sexe de l'occupant, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Sexe de l'occupant			
Homme	***2.28	[1.92 ; 2.70]	56.14
Femme	***2.38	[1.83 ; 3.11]	57.98
Non précisé	-	-	-

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.1.12- Année du modèle du véhicule

Le Tableau 84 montre que 45.22% des occupants victimes d'accidents prenaient place dans des véhicules dont l'année du modèle est inférieure à 1990. 29.81% et 23.03% des occupants ont eu leur accident dans des véhicules dont l'année du modèle est respectivement 1990-1993 et 1994-2000. Le risque relatif de décéder pour un non porteur de la ceinture par rapport à un porteur est de 7.68 pour les occupants de modèles avant 1990 (Tableau 85). Le risque relatif augmente à 8.79 pour les occupants de modèles entre 1990 et 1993 et à 9.80 pour les occupants de modèles entre 1994 et 2000. Il s'ensuit que la ceinture de sécurité devient plus efficace au fur et à mesure que les occupants de modèles sont plus récents.

Tableau 84: État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et l'année du modèle du véhicule de 1994 à 1999. N= 387 897

Année du modèle et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Avant 1990 N= 175 397 (45.22%)					
Oui	126 605	968	127 573	(72.73)	0.76
Non	9 009	529	9 538	(5.44)	5.55
Non précisé	38 167	119	38 286	(21.83)	0.31
1990 - 1993 N= 115 639 (29.81%)					
Oui	85 146	594	85 740	(74.14)	0.69
Non	4 110	252	4 362	(3.77)	5.78
Non précisé	25 487	50	25 537	(22.08)	0.20
1994 - 2000 N= 89 332 (23.03%)					
Oui	65 210	410	65 620	(73.46)	0.62
Non	2 921	180	3 101	(3.47)	5.80
Non précisé	20 568	43	20 611	(23.07)	0.21
Non précisée N= 7 529 (1.94%)					
Oui	1 380	5	1 385	(18.40)	0.36
Non	168	6	174	(2.31)	3.45
Non précisé	5 970	0	5 970	(79.29)	0.00

N=Nombre d'occupants

Tableau 85: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	***7.68	[6.89 ; 8.56]	86.98
1990-1993	***8.79	[7.56 ; 10.22]	88.62
1994-2000	***9.80	[8.19 ; 11.72]	89.80
Non précisé	***9.86	[2.98 ; 32.65]	89.86

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

Tableau 86: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule, 1994-1999.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	***0.41	[0.34 ; 0.49]	-143.90
1990-1993	***0.28	[0.21 ; 0.38]	-257.14
1994-2000	***0.33	[0.24 ; 0.46]	-203.03
Non précisé	-	-	-

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.2- Modélisation logistique de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident et mesure de l'efficacité de la ceinture de sécurité pour la période 1994-1999

Les résultats présentés à la section précédente illustrent la relation entre la probabilité de décéder pour une victime d'accident et le port de la ceinture sans tenir compte des variables confondantes caractérisant les conditions d'accident, le véhicule ou les caractéristiques de l'occupant lui-même. Ainsi pour la période 1994 à 1999, le non port de la ceinture augmente le risque de décéder des suites d'un accident de la route par un facteur de 8.40. Il s'agit dans cette section d'examiner l'ampleur de cet effet lorsqu'on ajoute les variables de contrôle dans le modèle de régression logistique.

Nous procédons dans nos analyses en deux étapes comme pour la période 1978 à 1999. La première consiste à appliquer une modélisation logistique sans tenir compte des interactions entre le port de la ceinture de sécurité et les variables explicatives considérées. Les résultats du modèle sans interaction sont présentés au Tableau 87. La seconde étape utilise une modélisation logistique avec une interaction. Pour simplifier l'interprétation des résultats, nous avons considéré plusieurs modèles avec une seule interaction à la fois entre un facteur important et le port de la ceinture de sécurité. Les résultats de ces modèles sont présentés dans les Tableaux 88 à 97.

4.4.2.1- Modélisation logistique sans variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1994 et 1999.

Cette section présente les résultats concernant l'effet de la ceinture en appliquant un modèle de régression logistique avec des variables explicatives quantifiant l'exposition au risque. Dans un premier temps, nous présentons au Tableau 87 les paramètres du modèle, les risques relatifs de décéder dans un accident associés à chacune des modalités des variables explicatives et leur intervalle de confiance à 95% et les taux de décès pour le modèle sans variables d'interaction. Le principal résultat de ce modèle est que durant la période 1994-1999, le non port de la ceinture augmente le risque de décéder dans un accident d'un facteur de 6.37 (I.C. à 95% : [5.83 ; 6.95]). Mais ce risque relatif ajusté est global car il ne tient pas compte des interactions qui pourraient exister entre le port de la ceinture et les conditions de l'accident et le profil de l'occupant. Ainsi, dans un deuxième temps, nous avons incorporé dans notre modèle non seulement toutes les variables disponibles potentiellement confondantes mais aussi un terme d'interaction d'ordre deux. La prochaine section présente les risques relatifs estimés et leur intervalle de confiance à 95%, ainsi que les indices d'efficacité de la ceinture de sécurité lorsqu'on ajoute au modèle général les

interactions (une à la fois) entre le port de la ceinture et la fonction dans le véhicule, entre le port de la ceinture et le genre d'accident, entre le port de la ceinture et le type d'impact, entre le port de la ceinture et l'année du modèle du véhicule, et enfin entre le port de la ceinture et le groupe d'âge.

Tableau 87: Estimation de la probabilité de décéder à l'aide de la régression logistique, pour les occupants victimes d'accidents âgés de 5 ans et plus avec au moins un blessé. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variables explicatives	Paramètre estimé	Risque Relatif	IC 95 %	Taux de décès (%)
Port de la ceinture				
Non port	***1.8509	6.37	[5.83 ; 6.95]	5.63
oui	Référence	1		0.71
non précisé	***0.9214	2.51	[2.16 ; 2.92]	0.23
Genre d'accident				
Collision avec véhicule routier	Référence	1		0.67
Collision avec objet fixe	***0.9393	2.56	[1.97 ; 3.32]	2.22
Capotage ou sortie de route	**0.2921	1.34	[1.03 ; 1.75]	1.61
Autres collision	***0.6963	2.01	[1.51 ; 2.67]	0.28
Autres sans collisions	***1.7102	5.53	[4.07 ; 7.51]	3.98
non précisé	***0.4564	1.58	[1.14 ; 2.19]	1.28
Vitesse autorisée				
10,20,30, et 40 km	***-1.8606	0.16	[0.10 ; 0.25]	0.18
50 km	***-1.7194	0.18	[0.16 ; 0.21]	0.21
60,70 et 80 km	***-0.5415	0.58	[0.52 ; 0.65]	1.10
90, 100 et 110 km	Référence	1		2.40
Autres	***-0.7729	0.46	[0.28 ; 0.77]	0.77
Non précisée	***-0.8876	0.41	[0.35 ; 0.49]	0.55
Catégorie de route				
Route numérotée	Référence	1		1.40
Rue, chemin , ruelle	**-0.1380	0.87	[0.78 ; 0.97]	0.40
Chemin forestier / minier	0.0508	1.05	[0.74 ; 1.50]	2.65
Autres	***-0.5158	0.60	[0.43 ; 0.83]	0.44
Non précisée	***-1.2964	0.27	[0.18 ; 0.41]	0.21
Fonction de l'occupant				
conducteur	Référence	1		1.08
Passager avant	*-0.0913	0.91	[0.83 ; 1.00]	0.93
Passager arrière	***-0.3721	0.69	[0.60 ; 0.80]	0.88
Non précisée	-0.2616	0.77	[0.49 ; 1.21]	0.03
Moment de l'accident				
7h00 à 20h59	Référence	1		0.65
21h00 à 6h59	***0.3957	1.49	[1.37 ; 1.62]	1.49

Non précisée	***0.7325	2.08	[1.44 ; 3.00]	0.94
Type d'impact				
latérale frontale	***-1.5161	0.22	[0.19 ; 0.25]	0.38
latérale même sens	***-2.4578	0.09	[0.06 ; 0.13]	0.22
latérale sens inverse	***-1.2953	0.27	[0.24 ; 0.32]	0.52
impact arrière	***-2.5573	0.08	[0.07 ; 0.09]	0.15
impact frontal	Référence	1		4.37
code 15,16	***-1.8599	0.16	[0.12 ; 0.20]	1.97
autres que 15,16	***-2.0999	0.12	[0.09 ; 0.16]	0.83
Autres plusieurs véhicules	***-1.3820	0.25	[0.21 ; 0.30]	0.58
Non précisé	***-1.9276	0.15	[0.11 ; 0.20]	0.60
Groupe d'âge de l'occupant				
5-15 ans	*-0.1856	0.83	[0.67 ; 1.04]	0.87
16-24 ans	-0.0241	0.98	[0.89 ; 1.08]	1.44
25-44 ans	Référence	1		1.29
45-54 ans	***0.1962	1.22	[1.07 ; 1.38]	1.28
55-64 ans	***0.5352	1.71	[1.48 ; 1.97]	1.71
65 ans et plus	***1.2117	3.36	[2.99 ; 3.77]	3.05
Non précisé	-0.3077	0.74	[0.46 ; 1.17]	0.01
Année du modèle du véhicule				
Avant 1990	0.0556	1.06	[0.96 ; 1.17]	0.92
1990-1993	0.0197	1.02	[0.92 ; 1.14]	0.77
1994-2000	Référence	1		0.71
Non précisée	**-0.6558	0.52	[0.27 ; 0.98]	0.15
Masse du véhicule				
0- 499 kg	**0.7404	2.10	[1.18 ; 3.73]	1.59
500 - 1199 kg	***0.5660	1.76	[1.50 ; 2.06]	0.87
1200 - 1599 kg	***0.3933	1.48	[1.26 ; 1.74]	0.80
1600- 1899 kg	Référence	1		0.56
1900-2499 kg	**0.3447	1.41	[1.09 ; 1.84]	0.79
2500 kg et plus	0.2326	1.26	[0.76 ; 2.09]	0.60
Non précisée	***0.5373	1.71	[1.36 ; 2.16]	0.77
Sexe de l'occupant				
homme	Référence	1		2.03
Femme	***-0.3934	0.68	[0.62 ; 0.73]	0.95
Non précisé	-16.8373	-	-	0.00
Année d'observation				
1999	référence	1		0.83
1998	**-0.1352	0.87	[0.77 ; 1.00]	0.72
1997	***-0.1737	0.84	[0.74 ; 0.96]	0.78
1996	0.0214	1.02	[0.90 ; 1.16]	0.91
1995	-0.0522	0.95	[0.84 ; 1.08]	0.85
1994	-0.0962	0.91	[0.80 ; 1.03]	0.79

Niveaux de signification : * 10% ** 5% *** 1%

4.4.2.2- Modélisation logistique avec une variable d'interaction de la probabilité de décéder pour un occupant victime d'accident entre 1994 et 1999.

4.4.2.2.1 Effet de la ceinture de sécurité selon la fonction de l'occupant

L'efficacité du port de la ceinture dépend de la fonction de l'occupant dans le véhicule. Le conducteur bénéficie plus en moyenne que le passager (qu'il soit à l'avant ou à l'arrière) de la protection apportée par le port de la ceinture. Cela veut dire que le port de la ceinture chez les occupants non ceinturés victimes d'accidents a une probabilité de sauver la vie plus importante chez les conducteurs que chez les passagers. En effet les risques relatifs du Tableau 88 sont respectivement 7.07 chez le conducteur, 5.10 chez le passager avant, et 4.76 chez le passager arrière.

Tableau 88: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	7.07	[6.38 ; 7.85]	85.86
passager avant	5.10	[4.20 ; 6.20]	80.39
Passager arrière	4.76	[3.71 ; 6.10]	78.99
Non précisé	6.11	[2.14 ; 17.43]	83.63

Tableau 89: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant la fonction de l'occupant dans le véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Fonction dans le véhicule			
conducteur	2.53	[2.12 ; 3.01]	60.47
passager avant	3.31	[2.34 ; 4.68]	69.79
Passager arrière	2.21	[1.25 ; 3.91]	54.75
Non précisé	0.55	[0.17 ; 1.76]	-81.82

Les risques de décéder chez les occupants pour qui le port de la ceinture est non précisé restent significativement plus élevés que chez les occupants portant la ceinture et ceci quel que soit la fonction occupée dans le véhicule (Tableau 89).

4.4.2.2.2 Effet de la ceinture de sécurité selon le genre d'accident

Le Tableau 90 donne les résultats de la régression logistique multivariée, qui tient compte des variables potentiellement confondantes et donne les risques relatifs de décès pour non port de la ceinture selon le genre d'accident. On remarque que le non-port de la ceinture multiplie le risque de décéder par un coefficient entre 4.86 et 6.14 pour tous les genres d'accidents à l'exception du capotage ou sortie de route. Pour ce cas, le risque relatif est 12.42 et l'efficacité du port est de 91.95%. Cela veut dire que sur 100 tués non ceinturés, 92 auraient eu la vie sauve s'ils avaient porté la ceinture de sécurité. Ces conclusions corroborent les résultats de Laberge-Nadeau et al. (1988) qui indique que chez les victimes de capotage, le port de la ceinture est une mesure très efficace et permet une réduction de 82% des morts. Huelke (1977) tirent les mêmes conclusions avec un indice d'efficacité atteignant 91% pour ce genre d'accident.

L'analyse des risques selon le genre d'accidents pour les occupants dont on ne dispose pas d'information sur le port de la ceinture montre qu'ils sont plus à risque que les ceinturés pour des collisions où l'antagoniste est un véhicule routier, un objet fixe ou la catégorie "autres sans collisions". Leur risque est multiplié par 2.49, 3.10 et 4.14 respectivement par rapport aux occupants ceinturés (Tableau 91).

Tableau 90: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant le genre d'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	4.86	[4.28 ; 5.52]	79.42
Collision avec objet fixe	5.65	[4.59 ; 6.95]	82.30
Capotage ou sortie de route	12.42	[10.40 ; 14.82]	91.95
Autres collisions	5.26	[3.59 ; 7.71]	80.99
Autres sans collisions	6.14	[3.70 ; 10.20]	83.71
Non précisé	8.13	[4.24 ; 15.58]	87.70

Tableau 91: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le genre d'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Genre d'accident			
Collision avec véhicule routier	2.49	[2.05 ; 3.03]	59.84
Collision avec objet fixe	3.10	[2.16 ; 4.45]	67.74
Capotage ou sortie de route	2.06	[1.34 ; 3.19]	51.46
Autres collisions	1.84	[0.88 ; 3.87]	45.65
Autres sans collisions	4.14	[2.06 ; 8.33]	75.85
Non précisé	2.85	[1.04 ; 7.79]	64.91

4.4.2.2.3 Effet de la ceinture de sécurité selon le code d'impact

Selon les résultats présentés au Tableau 92, les accidents avec impact latéral (latéral-frontal, latéral même sens, latéral sens inverse) ont des risques relatifs d'au moins 5. Le risque de décéder pour les occupants non ceinturés est 10.98 fois plus élevé que pour les occupants ceinturés lors d'impact arrière. Ces risques relatifs sont 8.50 et 7.47 pour les accidents de code d'impact de code «15 et 16» ou de code «autres que 15 et 16» respectivement. Par ailleurs, l'impact frontal a un risque relatif de 3.70.

Le Tableau 93 présente les risques relatifs pour les occupants pour lesquels nous n'avons pas d'information sur le port de la ceinture.

Tableau 92: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	6.28	[4.77 ; 8.25]	84.08
Latéral même sens	8.82	[3.56 ; 21.87]	88.66
Latéral sens inverse	5.07	[3.58 ; 7.17]	80.28
Impact arrière	10.98	[7.51 ; 16.04]	90.89
Impact frontal	3.70	[3.08 ; 4.45]	72.97
Codes 15 et 16	8.50	[7.34 ; 9.84]	88.24
Autres que 15 et 16	7.47	[5.84 ; 9.57]	86.61
Autres plusieurs véhicules	5.29	[3.73 ; 7.50]	81.10
Non précisé	8.26	[4.96 ; 13.75]	87.89

Tableau 93: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant le code d'impact de l'accident. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Code d'impact d'accident			
Latéral frontal	3.56	[2.42 ; 5.22]	71.91
Latéral même sens	4.35	[0.98 ; 19.18]	77.01
Latéral sens inverse	1.22	[0.57 ; 2.61]	18.03
Impact arrière	5.11	[2.83 ; 9.22]	80.43
Impact frontal	2.32	[1.78 ; 3.04]	56.90
Codes 15 et 16	2.28	[1.66 ; 3.13]	56.14
Autres que 15 et 16	3.40	[2.20 ; 5.23]	70.59
Autres plusieurs véhicules	2.00	[1.09 ; 3.69]	50.00
Non précisé	2.05	[0.85 ; 4.95]	51.22

4.4.2.2.4 Effet de la ceinture de sécurité selon l'année du modèle du véhicule

Les risques relatifs dans le Tableau 94 passent de 5.86 pour les modèles de véhicule qui sont avant l'année 1990 pour atteindre 7.36 pour les modèles entre 1994 et 2000. Dans le Tableau 95, lorsqu'on considère les occupants dont le port de la ceinture est non précisé, le risque relatif associé aux modèles de véhicule dont l'année est entre 1994 et 2000 est 3.26.

Tableau 94: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	5.86	[5.21 ; 6.58]	82.94
1990-1993	6.76	[5.75 ; 7.94]	85.21
1994-2000	7.36	[6.09 ; 8.91]	86.41
Non précisée	7.70	[2.27 ; 26.14]	87.01

Tableau 95: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'année du modèle du véhicule. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle du véhicule			
Avant 1990	2.41	[1.97 ; 2.94]	58.51
1990-1993	2.29	[1.70 ; 3.10]	56.33
1994-2000	3.26	[2.34 ; 4.54]	69.33
Non précisée	-	-	-

4.4.2.2.5 Effet de la ceinture de sécurité selon l'âge de l'occupant :

Les risques relatifs, présentés dans le Tableau 96, augmentent en fonction du groupe d'âge de l'occupant jusqu'à 55-64 ans. Ces risques relatifs passent de 3.97 pour les occupants du groupe d'âge 5- 15 ans à 8.19 pour ceux du groupe d'âge 55-64 ans. En ce qui concerne les occupants âgés de 65 ans et plus, le non port de la ceinture augmente le risque de décès d'un facteur égal à 5.62.

Les risques relatifs selon l'âge des occupants dont on ne dispose d'aucune information sur le port de la ceinture de sécurité sont présentés au Tableau 97. Pour tous les groupes d'âge, ces occupants sont plus à risques que les occupants ceinturés même si les risques relatifs sont inférieurs à ceux du Tableau 96.

Tableau 96: Estimation du risque relatif de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'âge de l'occupant. Québec 1994-1999. N= 387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5-15 ans	3.97	[2.54 ; 6.18]	74.81
16-24 ans	6.17	[5.27; 7.23]	83.79
25-44 ans	6.54	[5.68 ; 7.53]	84.71
45-54 ans	7.34	[5.69 ; 9.46]	86.38
55-64 ans	8.19	[6.09 ; 11.00]	87.79
65 ans et plus	5.62	[4.43 ; 7.13]	82.21
Non précisée	5.54	[2.10 ; 14.63]	81.95

Tableau 97: Estimation du risque relatif de décéder associé à la non précision du port de la ceinture de sécurité suivant l'âge de l'occupant. Québec 1994-1999. N=387 897 Nombre d'occupants décédés = 3 156

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5-15 ans	2.44	[1.04 ; 5.76]	59.02
16-24 ans	2.78	[2.13 ; 3.64]	64.03
25-44 ans	2.43	[1.89 ; 3.14]	58.85
45-54 ans	3.30	[2.18 ; 5.02]	69.70
55-64 ans	2.06	[1.12 ; 3.79]	51.46
65 ans et plus	2.05	[1.35 ; 3.11]	51.22
Non précisée	0.70	[0.09 ; 5.52]	-42.86

En résumé, les estimations des risque relatifs de décès pour les victimes d'accidents de la route au Québec avec au moins un blessé entre 1994 et 1999, comparant les occupants non ceinturés aux occupants ceinturés, sont beaucoup plus grands que pour toute la période de 1978 à 1999. En effet, le risque relatif ajusté global pour la période 1994 à 1999 est 6.37 (I.C. à 95% : [5.83; 6.95]) comparativement à 4.81 (I.C. à 95% : [4.62; 5.00]) pour l'ensemble de la période allant de 1978 à 1999. On observe le même phénomène lorsqu'on compare les risques relatifs de ces deux périodes selon la fonction dans le véhicule, le genre d'accident, le code d'impact et l'âge de l'occupant.

5. CONCLUSION

Trois approches ont été utilisées afin d'évaluer la contribution du port de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès des occupants de véhicules automobiles ou camions légers lors d'un accident de la route : 1) une méta-analyse; 2) des analyses de régression; et 3) des modèles de régression logistique multiple. Les trois approches montrent sans équivoque la contribution du port de la ceinture à la réduction du nombre de décès survenu suite à des accidents de la route. Nous rappelons ici brièvement les principaux résultats de ces trois approches.

Un total de 25 études ont été retenues pour la méta-analyse car elles satisfaisaient les 3 critères d'inclusion: i) publiée en français ou en anglais; ii) publiée entre 1979 et 2000; iii) la présence dans les écrits publiés des nombres d'occupants décédés et non décédés avec et sans ceinture de sécurité. Ce dernier critère est essentiel car il permet de calculer pour chacune des études un rapport de cotes (odds ratio) qui est utilisé comme mesure de l'effet de la ceinture dans la méta-analyse. Tout comme l'examen critique de la documentation de Laberge-Nadeau et al. (mars 1986), nous avons observé une grande variabilité dans l'estimation de l'effet de la ceinture entre les études. En effet, les rapports de cotes variaient entre 0.43 à 37.63. La plupart de ces rapports de cotes se situaient cependant entre 1 et 8. Pour tenir compte de l'hétérogénéité des résultats des différentes études, nous avons utilisé un modèle statistique avec un effet aléatoire pour combiner l'information présente dans les 25 études retenues pour la méta-analyse et obtenir ainsi une estimation globale de l'effet de la ceinture de sécurité à la réduction du risque de décès lors d'un accident de la route. Ainsi, le rapport de cotes moyen obtenu estimant l'effet de la ceinture de sécurité pour l'ensemble des 25 études est de 3.01 avec un intervalle de confiance au niveau 95% de [2.18; 4.16]. Ainsi, selon notre revue systématique de la littérature, un occupant non-porteur de la ceinture de sécurité a en moyenne 3.01 fois plus de chance de décéder des suites d'un accident de la route qu'un occupant qui porte la ceinture. Rappelons que l'estimation de cet effet varie beaucoup d'une étude à l'autre. La période de l'étude, généralement avant 1990, la fonction de l'occupant et la source des données expliquent une partie de cette variabilité observée dans les rapports de cotes entre les études.

Le nombre annuel de décès au Québec chez les occupants de 5 ans et plus d'un véhicule automobile ou camion léger est passé de 1166 en 1979 à 531 en 1999 soit une diminution de 54%. Le taux de port des conducteurs étaient de 42.6% en 1979 pour s'établir à 94.9% en 1999. Le taux de port de la ceinture de

sécurité est demeuré au-delà de la barre des 90% à partir de l'année 1990. Cela coïncide avec l'obligation pour les passagers arrières de boucler leur ceinture de sécurité et une augmentation du montant de l'amende pour non-port depuis le 1er janvier 1990, et avec l'inscription de deux points d'inaptitude au dossier de conduite pour une infraction pour non-port de la ceinture de sécurité depuis le 14 novembre 1991. Nous avons utilisé un modèle de régression linéaire avec une structure autorégressive d'ordre un pour les erreurs afin d'évaluer le lien entre le nombre annuel de décès et le taux de port. Les résultats indiquent qu'une augmentation du taux de port de la ceinture de 1% est associée à une diminution moyenne de 8.5 décès annuellement, pour toute la période considérée. Ce résultat donne cependant une idée approximative de l'effet bénéfique du port de la ceinture sur une longue période de 21 ans. Il est très important de noter que la nature de la relation entre le taux de port et le nombre de décès a changé au cours des années 1990-1999. Ces années correspondent au franchissement de la barre du 90% en ce qui a trait au taux de port et la diminution annuelle du nombre de décès est encore plus importante à ce niveau pour chaque augmentation de 1% du taux de port. Par conséquent, il n'est pas recommandé de conclure à l'aide de ce modèle linéaire sur toute la période de l'étude que, par exemple, une hausse de 1% du taux de port devrait diminuer le nombre de décès de 8.5 en moyenne par année pour les années à venir. Ce nombre semble sous-estimer la vraie valeur du nombre de vies sauvées dans le contexte actuel d'un taux de port de plus de 90%. Par ailleurs, l'importante réduction du nombre de décès entre 1991 et 1999 ne s'explique pas seulement par l'augmentation minime du taux de port, une fluctuation de 3.1 %, mais elle doit être due à d'autres facteurs comme les campagne contre l'alcool au volant, les changements des règles d'accès à un premier permis de 1991 et de 1997, l'introduction du permis probatoire en 1991, des changements concernant les points d'inaptitude pour non-port de la ceinture (14 novembre 1991), les coussins gonflables et d'autres améliorations techniques (freins ABS, contrôle de traction, lumière arrière en haut, etc.) dans les véhicules plus récents .

La population étudiée dans la troisième approche est définie par les occupants de 5 ans et plus des véhicules automobiles ou camions légers impliqués dans une collision avec au moins un blessé dans la province du Québec entre 1978 et 1999. Les données proviennent des fichiers informatisés de la SAAQ, construits à partir des rapports de police d'accidents. Entre 1978 et 1999, il y a eu 1 663 631 occupants de 5 ans et plus victimes d'accidents dont 15 254 sont décédés des suites de l'accident. Le taux de port des occupants est passé de 56.8% en 1978 à 94.9% en 1999, tandis que le nombre de décès a diminué de 1 017 en 1978 à 531 en 1999. Pour les occupants non décédés, le taux de port était de 57.2% en 1978 et 95.1%

en 1999. Par contre, chez les occupants décédés, le taux de port en 1978 était de 26.7% et de 70.7% en 1999. Entre 1994 et 1999, le taux de port chez les occupants non décédés a augmenté très légèrement de 93.9% à 95.1%. Pour la même période, le taux de port chez les occupants décédés a augmenté de 65.7% à 70.7%, mais reste toujours largement inférieur au taux de port des occupants non décédés.

Le résultat principal de cette troisième approche et de cette étude est que sur la période 1978-1999, le non-port de la ceinture augmente le risque de décès d'un occupant victime d'un accident avec au moins un blessé d'un facteur égal à 4.81. Cette estimation est très précise puisque l'intervalle de confiance à 95% de ce rapport de cote est de [4.62 ; 5.00]. De plus, cette estimation de la contribution du port de la ceinture à la réduction de la probabilité de décès lors d'un accident, est ajusté pour les caractéristiques de l'accident, du véhicule et de l'occupant. Cette mesure d'efficacité est plus grande que la moyenne de 3.01 obtenue lors de la revue systématique de la littérature. Cette différence peut s'expliquer en bonne partie par la prise en compte de variables explicatives dans le modèle de régression logistique multiple et par la plus longue période de l'étude, surtout à cause de l'inclusion des années 1990 à 1999 où les taux de port sont très élevés (plus de 90%) ainsi que par le fait que les rapports de cotes calculés annuellement ont variés entre 3 et 6 de 1978 à 1989 pour augmenter jusqu'à des valeurs supérieures à 8 entre 1993 et 1999. D'autres modèles de régression logistique multiple qui estiment l'efficacité de la ceinture en tenant compte des effets des variables explicatives ainsi que de leur interaction avec le port de la ceinture ont montré que l'effet de la ceinture, sur la réduction de la probabilité de décès lors d'un accident, varie selon les modalités de plusieurs variables explicatives considérées. Ainsi, un conducteur non-ceinturé a en moyenne 5.37 fois plus de chance de décéder des suites d'un accident de la route qu'un conducteur qui porte sa ceinture de sécurité. Ce facteur de risque est de 4.11 pour les passagers avants et de 2.39 pour les passagers arrières. Les occupants non-ceinturés et qui sont victimes d'un capotage ou d'une sortie de route ont 10 fois plus de chance de décéder que les occupants ceinturés victime du même genre d'accident. Par contre, le rapport de cotes ajusté est réduit à 4 pour les collisions avec un autre véhicule routier. De plus, les occupants non-ceinturées victimes d'un accident de la route et prenant place dans un modèle de véhicules plus récent, c'est-à-dire entre 1994 et 2000, ont 7.65 fois plus de chance de décéder que les occupants ceinturés et prenant place dans un véhicule de ces mêmes années. Pour les occupants des modèles d'avant 1990, le rapport de cotes ajusté associé au non-port est plus faible à 4.64. Ces derniers résultats suggèrent un effet accru de la ceinture de sécurité avec les améliorations et les nouvelles technologies que connaissent les véhicules récents en matière de sécurité, comme par exemple la présence des coussins gonflables. Une

étude ultérieure où le déploiement ou non des coussins gonflables lors des accidents serait observé et rapporté permettrait de vérifier cet effet de synergie entre la ceinture de sécurité et le coussin gonflable.

Compte tenu de toutes les variations importantes observées dans le temps, nous avons refait les modèles de régression logistique multiple pour estimer l'effet de la ceinture de sécurité à la réduction du nombre de décès sur les routes au Québec en ne considérant que les données les plus récentes, soit les données pour la période 1994-1999. Durant cette période, la SAAQ a enregistré un total de 387 897 occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé. Parmi ces occupants, 3156 sont décédées des suites de l'accident. Le modèle de régression logistique multiple indique que le non-port de la ceinture augmente le risque global moyen de décéder des suites d'un accident d'un facteur de 6.37 (I.C. à 95% : [5.83 ; 6.95]) comparativement à 4.81 pour toute la période 1978-1999. Ce facteur de risque varie selon les caractéristiques de l'accident et de l'occupant. Ainsi, pour cette période plus récente, les conducteurs non-ceinturés ont en moyenne 7.07 fois plus de chance de décéder des suites d'un accident de la route que les conducteurs qui portent leur ceinture de sécurité. Ce facteur de risque est de 5.10 pour les passagers avants et de 4.76 pour les passagers arrières. De façon générale, les autres modèles de régression logistique multiple qui estiment l'efficacité de la ceinture en tenant compte des effets des variables explicatives ainsi que de leur interaction avec le port de la ceinture montrent également que l'effet de la ceinture varie selon les modalités des mêmes variables explicatives considérées, mais avec des rapports de cotes plus grands pour la période plus récente que pour toute la période de 1978 à 1999.

Les résultats de cette étude sur une période de plusieurs années démontrent très clairement l'efficacité de la ceinture de sécurité à la diminution du risque de décès d'un occupant d'un véhicule automobile ou camion léger victime d'un accident. Rappelons que depuis 1990, le taux de port de la ceinture de sécurité se situe au-delà de 90%, mais il est inférieur à 71% chez les occupants décédés. Bien que le modèle de régression logistique multiple nous permettre d'estimer de façon précise l'efficacité de la ceinture de sécurité, il est difficile d'estimer à partir de ces résultats le nombre de vies sauvées annuellement au Québec si le taux de port avait été par exemple de 1% plus élevé. Nous avons cependant développé une méthode relativement simple de calcul du nombre de vies sauvées annuellement en utilisant le nombre d'occupants victimes d'accidents de la route avec au moins un blessé pour lesquels nous avons l'information sur le port ou le non-port de la ceinture de sécurité. Ces nombres nous ont permis de calculer les taux annuels de décès pour les occupants ceinturés et non ceinturés respectivement. À partir de ces

nombres ainsi que des taux de décès, nous avons estimé le nombre de vies sauvées à chaque année en supposant un taux de port de 1% plus élevé. Cette estimation est faite sous l'hypothèse que les caractéristiques des accidents des non-ceinturés et des ceinturés sont en moyenne comparables. En utilisant cette méthode, le nombre estimé de vie sauvées si le taux de port avait été de 1% plus élevé varie entre 7 et 15 par année entre 1978 à 1989 et entre 20 et 28 par année pour les années 1990 à 1999. Le nombre total de vies sauvés au cours des dix dernières années où les taux de port étaient supérieurs à 90%, est estimé à 245 en supposant un taux de port de 1% plus élevé à chaque année. La moyenne du nombre de vies sauvées annuellement pour les 10 dernières années est donc estimé à 24.5. Aussi, si le taux de port avait été de 2% plus élevé au cours de chacune des dix dernières années, nous estimons selon cette méthode à 490 le nombre de vies qui auraient pu être sauvées.

Il est donc clair que même dans un contexte de taux de port de la ceinture de sécurité très élevé, la promotion du port de la ceinture de sécurité par la SAAQ qui ferait augmenter de 1% le taux de port aurait des retombées bénéfiques pour la Société. Aussi, le renforcement de la loi par le gouvernement du Québec, en faisant augmenter par exemple le nombre de points d'inaptitude de 2 à 4 pour une infraction de non-port, serait un autre moyen de faire augmenter le taux de port. En effet, étant donné que le non-port de la ceinture est associé à un risque 6 fois plus élevé de décès lors d'un accident de la route et étant donné que la conduite sécuritaire inclue l'utilisation de moyens de protection et doit s'apprendre dès le début de la conduite, nous recommandons d'augmenter à 4 le nombre de points d'inaptitude pour le non-port de la ceinture. Comme conséquence, un conducteur avec un permis probatoire aura une suspension dès qu'il est pris en délit de non-port.

6. ANNEXE

ANNEXE 1

Distribution des occupants selon leur état et le port de la ceinture de sécurité pour chaque année de l'étude.

Année	Port de la ceinture de sécurité								
	Chez tous les occupants			Chez les occupants non décédés			Chez les occupants décédés		
	Oui (%)	Non (%)	Non précisé	Oui (%)	Non (%)	Non précisé	Oui (%)	Non (%)	Non précisé
1978	43 793 (56.8)	33 256 (43.2)	11 287	43 568 (57.2)	32 639 (42.8)	11 112	225 (26.7)	617 (73.3)	175
1979	47 539 (57.4)	35 278 (42.6)	12 791	47 294 (57.7)	34 633 (42.3)	12 620	245 (27.5)	645 (72.5)	171
1980	48 143 (59.9)	32 278 (40.1)	12 064	47 945 (60.2)	31 716 (39.8)	11 884	198 (26.1)	562 (73.9)	180
1981	45 724 (61.8)	28 266 (38.2)	12 241	45 521 (62.1)	27 799 (37.9)	12 054	203 (30.3)	467 (69.7)	187
1982	41 072 (74.0)	14 450 (26.0)	8 918	40 847 (74.2)	14 189 (25.8)	8 781	225 (46.3)	261 (53.7)	137
1983	44 042 (75.8)	14 043 (24.2)	9 744	43 801 (76.1)	13 766 (23.9)	9 622	241 (46.5)	277 (53.5)	122
1984	50 631 (75.7)	16 274 (24.3)	11 135	50 387 (76.0)	15 921 (24.0)	11 021	244 (40.9)	353 (59.1)	114
1985	57 040 (74.9)	19 125 (25.1)	12 366	56 760 (75.2)	18 698 (24.8)	12 243	280 (39.6)	427 (60.4)	123
1986	56 760 (78.1)	15 954 (21.9)	11 188	56 562 (78.3)	15 648 (21.7)	11 094	198 (39.3)	306 (60.7)	94
1987	65 485 (84.7)	11 830 (15.3)	9 894	65 215 (84.9)	11 565 (15.1)	9 791	270 (50.5)	265 (49.5)	103
1988	65 334 (86.0)	10 635 (14.0)	11 523	65 018 (86.3)	10 351 (13.7)	11 405	316 (52.7)	284 (47.3)	118
1989	51 135 (83.7)	9 932 (16.3)	18 048	50 774 (84.1)	9 613 (15.9)	17 965	391 (55.1)	319 (44.9)	83
1990	48 993 (90.3)	5 259 (9.7)	17 368	48 646 (90.7)	4 989 (9.3)	17 291	347 (56.2)	270 (43.8)	77
1991	47 897 (92.3)	4 001 (7.7)	16 521	47 495 (92.6)	3 785 (7.4)	16 463	402 (65.0)	216 (35.0)	58
1992	48 303 (92.5)	3 893 (7.5)	16 486	47 894 (92.9)	3 686 (7.1)	16 435	409 (66.4)	207 (33.6)	51
1993	48 138 (93.1)	3 572 (6.9)	16 055	47 774 (93.4)	3 358 (6.6)	15 998	364 (63.0)	214 (37.0)	57
1994	47 931 (93.6)	3 276 (6.4)	15 576	47 604 (93.9)	3 105 (6.1)	15 544	327 (65.7)	171 (34.3)	32
1995	48 238 (93.9)	3 144 (6.1)	14 888	47 883 (94.2)	2 967 (5.8)	14 854	355 (66.7)	177 (33.3)	34
1996	46 953 (94.1)	2 921 (5.9)	14 600	46 594 (94.5)	2 734 (5.5)	14 560	359 (65.8)	187 (34.2)	40
1997	46 348 (94.4)	2 772 (5.6)	14 987	46 042 (94.6)	2 612 (5.4)	14 956	306 (65.7)	160 (34.3)	31
1998	44 867 (94.6)	2 585 (5.4)	14 572	44 585 (94.8)	2 457 (5.2)	14 536	282 (68.8)	128 (31.2)	36
1999	45 981 (94.9)	2 477 (5.1)	15 781	45 633 (95.1)	2 333 (4.9)	15 742	348 (70.7)	144 (29.3)	39

Source: Fichier informatisé de la SAAQ; occupants de 5 ans et plus qui prenaient place dans un véhicule automobile ou camion léger et qui ont été victimes d'un accident de la route au Québec avec au moins un blessé.

ANNEXE 2

Méthode pour le calcul du nombre de vies sauvées

La méthode utilisée pour calculer le nombre de vies sauvées (*NVS)* est la suivante. Tout d'abord, on ne considère que les occupants pour lesquelles nous avons l'information sur le port ou le non-port de la ceinture. Les données se présentent donc sous la forme du Tableau 1. À partir de là nous pouvons calculer :

Nombre total d'ocuppants = $a+b+c+d$.
Nombre de décès survenus = $a+b$.
Taux de décès des ceinturés = $b/(b+d)$.
Taux de décès des non-ceinturées = $a/(a+c)$.
Taux de port global = $(b+d)/(a+b+c+d)$.

Si à présent le taux de port global avait été plus élevé de 1% :

Nombre total de ceinturés = (taux de port global+0,01)*(nombre total d'ocuppants).

Nombre total de non-ceinturés = nombre total d'ocuppants - nombre total de ceinturés.

Nombre de décès estimé chez les ceinturés =
taux de décès des ceinturés * nombre total de ceinturés.

Nombre de décès estimé chez les non-ceinturés =
taux de décès des non-ceinturés * nombre total de non-ceinturés.

Nombre de décès total estimé =
nombre de décès estimé chez les ceinturés + nombre de décès estimé chez les non-ceinturés.

Nombre de vies sauvées estimé (*NVS*) =
nombre de décès survenus - nombre de décès total estimé = $I*(0,01)*(a+b*RR)$.

ANNEXE 3

Analyse de l'effet de la ceinture selon l'année du modèle du véhicule.

Dans notre rapport, nous avons analysé l'effet de la ceinture selon l'année du modèle du véhicule. Nous avions regroupé les années de modèles en trois catégories : avant 1990, de 1990 à 1993 et de 1994 à 2000.

Nous avons trouvé que le risque relatif de décès d'un non porteur par rapport au porteur augmente avec l'année du modèle (voir Tableaux 40 et 41 à la page 61 et le Tableau 50 à la page 71). Ces résultats suggèrent un effet accru de la ceinture de sécurité avec les années des modèles. Pour s'assurer que cet effet accru avec le temps n'est pas dû à l'effet des taux de port élevés depuis le début des années 1990, nous avons refait les analyses sans regrouper les années, sauf pour les modèles d'avant 1970.

Le Tableau 40A présente les statistiques descriptives de l'état des occupants selon le port de la ceinture et l'année du modèle du véhicule. Les Tableaux 41A et 61A présentent les risques relatifs ajustés et non ajustés respectivement, selon l'année du modèle. Les Figures 1A et 2A présentent l'évolution de ces mêmes risques relatifs graphiquement. Nous remarquons une croissance constante des risques relatifs en fonction de l'année du modèle. Il y a un peu plus de variabilité pour les modèles plus récents, fort probablement causé par le plus petit nombre d'occupants de véhicules récents victimes d'un accident, mais il n'y a aucun saut important dans l'évolution des risques relatifs. Ces résultats confirment les précédents et renforcent l'opinion d'un effet accru de la ceinture de sécurité avec le temps, probablement causé, entre autre, par la présence de coussins gonflables et par l'amélioration générale de la sécurité dans la conception et la construction des voitures.

Tableau 40A : État de l'occupant selon l'utilisation de la ceinture de sécurité et de l'année du modèle du véhicule de l'occupant pour la période 1978-1999.

Année du modèle et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
Avant 1970 N= 29 213 (1.73%)					
Oui	9 617	53	9 670	(33.10)	0.55
Non	14 729	270	14 999	(51.34)	1.80
Non précisé	4 470	74	4 544	(15.55)	1.63
1970 N= 11 308 (0.67%)					
Oui	3 401	22	3 423	(30.27)	0.64
Non	6 084	129	6 213	(54.94)	2.08
Non précisé	1 656	16	1 672	(14.79)	0.96
1971 N= 15 549 (0.92%)					
Oui	5 407	17	5 424	(34.88)	0.31
Non	7 791	142	7 933	(51.02)	1.79
Non précisé	2 160	32	2 192	(14.10)	1.46
1972 N= 25 302 (1.50%)					
Oui	11 311	63	11 374	(44.95)	0.55
Non	10 332	191	10 523	(41.59)	1.82
Non précisé	3 344	61	3 405	(13.46)	1.79
1973 N= 41 128 (2.43%)					
Oui	20 482	103	20 585	(50.05)	0.50
Non	14 645	284	14 929	(36.30)	1.90
Non précisé	5 534	80	5 614	(13.65)	1.43
1974 N= 51 737 (3.06%)					
Oui	27 753	139	27 892	(53.91)	0.50
Non	16 523	301	16 824	(32.52)	1.79
Non précisé	6 918	103	7 021	(13.57)	1.47

1975					
N= 58 060 (3.43%)					
Oui	32 987	144	33 131	(57.06)	0.43
Non	16 659	275	16 934	(29.17)	1.62
Non précisé	7 896	99	7 995	(13.77)	1.24
1976					
N= 71 085 (4.20%)					
Oui	41 769	183	41 952	(59.02)	0.44
Non	18 955	349	19 304	(27.16)	1.81
Non précisé	9 719	110	9 829	(13.83)	1.12
1977					
N= 80 130 (4.74%)					
Oui	48 803	246	49 049	(61.21)	0.50
Non	20 006	371	20 377	(25.43)	1.82
Non précisé	10 577	127	10 704	(13.36)	1.19
1978					
N= 85 948 (5.08%)					
Oui	54 071	277	54 348	(63.23)	0.51
Non	19 822	414	20 236	(23.54)	2.05
Non précisé	11 223	141	11 364	(13.22)	1.24
1979					
N= 87 406 (5.17%)					
Oui	56 181	244	56 425	(64.56)	0.43
Non	18 429	361	18 790	(21.50)	1.92
Non précisé	12 052	132	12 191	(13.95)	1.14
1980					
N= 83 460 (4.93%)					
Oui	55 408	280	55 688	(66.72)	0.50
Non	15 332	374	15 706	(18.82)	2.38
Non précisé	11 923	143	12 066	(14.46)	1.19
1981					
N= 76 017 (4.49%)					
Oui	52 118	307	52 425	(68.96)	0.59
Non	12 162	316	12 478	(16.41)	2.53
Non précisé	10 999	115	11 114	(14.62)	1.03
1982					
N= 50 882 (3.01%)					
Oui	35 909	182	36 094	(70.94)	0.51
Non	7 230	201	7 431	(14.60)	2.70
Non précisé	7 282	75	7 357	(14.46)	1.02
1983					
N= 59 631 (3.52%)					
Oui	42 288	287	42 575	(71.40)	0.67
Non	7 757	235	7 992	(13.40)	2.94
Non précisé	9 005	59	9 064	(15.20)	0.65
1984					
N= 96 884 (5.73%)					
Oui	69 379	474	69 853	(72.10)	0.68
Non	11 153	314	11 467	(11.84)	2.74
Non précisé	15 465	99	15 564	(16.06)	0.64
1985					
N= 91 481 (5.41%)					
Oui	66 191	435	66 626	(72.83)	0.65
Non	9 024	292	9 316	(10.18)	3.13
Non précisé	15 434	105	15 539	(16.99)	0.68
1986					
N= 89 596 (5.29%)					
Oui	65 530	431	65 961	(73.62)	0.65
Non	7 285	242	7 527	(8.40)	3.22
Non précisé	16 030	78	16 108	(17.98)	0.48

1987					
N= 84 105 (4.97%)					
Oui	61 561	419	61 980	(73.69)	0.68
Non	5 910	248	6 158	(7.32)	4.03
Non précisé	15 898	69	15 967	(18.98)	0.43
1988					
N= 84 438 (4.99%)					
Oui	61 006	436	61 442	(72.77)	0.71
Non	5 141	249	5 390	(6.38)	4.62
Non précisé	17 553	53	17 606	(20.85)	0.30
1989					
N= 67 169 (3.97%)					
Oui	48 485	354	48 839	(72.71)	0.72
Non	3 519	160	3 679	(5.48)	4.35
Non précisé	14 614	37	14 651	(21.81)	0.25
1990					
N= 53 224 (3.15%)					
Oui	38 601	317	38 918	(73.12)	0.81
Non	2 152	141	2 293	(4.31)	6.15
Non précisé	11 977	36	12 013	(22.57)	0.30
1991					
N= 44 814 (2.65%)					
Oui	32 862	267	33 129	(73.93)	0.81
Non	1 788	104	1 892	(4.22)	5.50
Non précisé	9 779	14	9 793	(21.85)	0.14
1992					
N= 41 281 (2.44%)					
Oui	30 348	201	30 549	(74.00)	0.66
Non	1 472	92	1 564	(3.79)	5.88
Non précisé	9 150	18	9 168	(22.21)	0.20
1993					
N= 31 457 (1.86%)					
Oui	23 224	148	23 372	(74.30)	0.63
Non	1 129	64	1 193	(3.79)	5.36
Non précisé	6 880	12	6 892	(21.91)	0.17
1994					
N= 25 147 (1.49%)					
Oui	18 469	112	18 581	(73.89)	0.60
Non	930	50	980	(3.90)	5.10
Non précisé	5 567	19	5 586	(22.21)	0.34
1995					
N= 22 976 (1.36%)					
Oui	17 038	120	17 158	(74.68)	0.70
Non	709	47	756	(3.29)	6.22
Non précisé	5 051	11	5 062	(22.03)	0.22
1996					
N= 14 242 (0.84%)					
Oui	10 477	57	10 534	(73.96)	0.54
Non	484	31	515	(3.62)	6.02
Non précisé	3 186	7	3 193	(22.42)	0.22
1997					
N= 13 450 (0.79%)					
Oui	9 788	69	9 857	(73.29)	0.70
Non	409	30	439	(3.26)	6.83
Non précisé	3 151	3	3 154	(23.45)	0.10
1998					
N= 10 099 (0.60%)					
Oui	7 193	45	7 238	(71.67)	0.62
Non	316	18	334	(3.31)	5.39
Non précisé	2 524	3	2 527	(25.02)	0.12

1999					
N= 4 139 (0.24%)					
Oui	2 961	14	2 975	(71.88)	0.47
Non	109	4	113	(2.73)	3.54
Non précisé	1 051	0	1 051	(25.39)	0
2000					
N= 298 (0.02%)					
Oui	203	1	204	(68.46)	0.49
Non	8	0	8	(2.68)	0
Non précisé	86	0	86	(28.86)	0
Non précisée					
N= 90 535 (5.35%)					
Oui	38 271	186	38 457	(42.48)	0.48
Non	20 586	446	21 032	(23.23)	2.12
Non précisé	30 896	150	31 046	(34.29)	0.48

Tableau 41A : Estimation du risque relatif (rapport de cotes), non ajusté, de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle			
Avant 1970	3.31	[2.46 ; 4.45]	69.79
1970	3.27	[2.07 ; 5.14]	69.42
1971	6.06	[3.61 ; 10.18]	83.50
1972	3.34	[2.51 ; 4.46]	70.06
1973	3.96	[3.16 ; 4.97]	74.75
1974	3.71	[3.03 ; 4.54]	73.05
1975	3.85	[3.14 ; 4.72]	74.03
1976	4.35	[3.63 ; 5.21]	77.01
1977	3.76	[3.19 ; 4.42]	73.40
1978	4.21	[3.61 ; 4.91]	76.25
1979	4.60	[3.90 ; 5.42]	78.26
1980	4.98	[4.25 ; 5.82]	79.92
1981	4.44	[3.78 ; 5.20]	77.48
1982	5.75	[4.69 ; 7.05]	82.61
1983	4.61	[3.87 ; 5.50]	78.31
1984	4.27	[3.70 ; 4.94]	76.58
1985	5.08	[4.37 ; 5.91]	80.31
1986	5.16	[4.39 ; 6.05]	80.62
1987	6.31	[5.38 ; 7.41]	84.15
1988	6.92	[5.90 ; 8.11]	85.55
1989	6.29	[5.20 ; 7.62]	84.10
1990	8.09	[6.59 ; 9.92]	87.64
1991	7.09	[5.61 ; 8.96]	85.90
1992	9.28	[7.20 ; 11.97]	89.22
1993	8.91	[6.58 ; 12.08]	88.78
1994	8.97	[6.38 ; 12.61]	88.85
1995	9.74	[6.88 ; 13.78]	89.73
1996	12.13	[7.74 ; 19.01]	91.76
1997	10.47	[6.74 ; 16.25]	90.45
1998	9.33	[5.33 ; 16.34]	89.28
1999	7.64	[2.47 ; 23.58]	86.91
2000	-	-	-
Non précisée	4.54	[3.82 ; 5.39]	77.97

Figure 1A : Rapport de cotes non ajustés selon l'année du modèle du véhicule

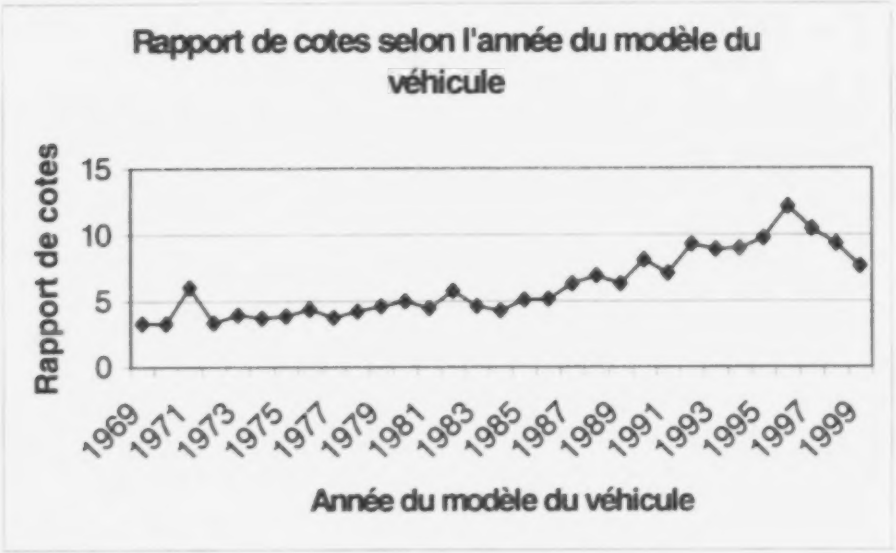
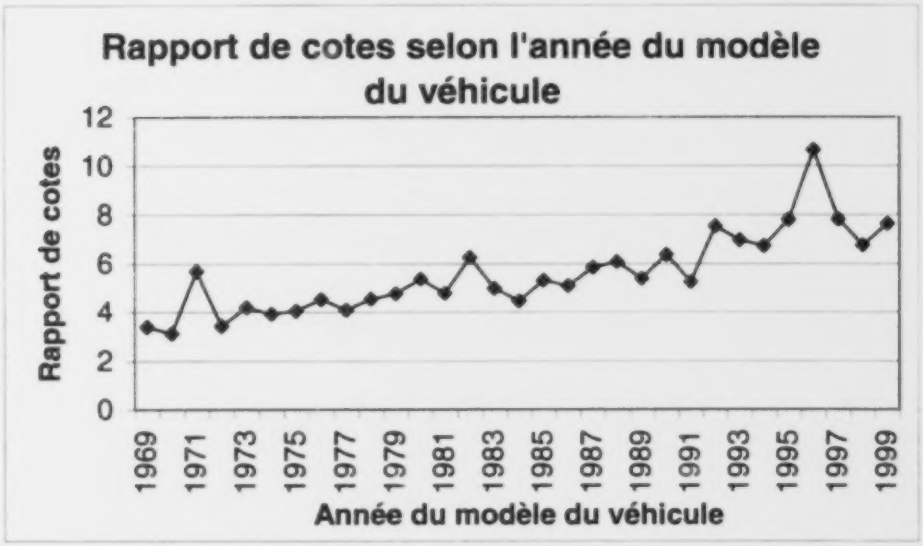


Tableau 61A : Estimation du risque relatif ajusté (rapport de cotes), ajusté, de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé suivant l'année du modèle du véhicule.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Année du modèle			
Avant 1970	3.39	[2.50 ; 4.60]	70.50
1970	3.13	[1.98 ; 4.96]	68.05
1971	5.68	[3.37 ; 9.57]	82.39
1972	3.43	[2.56 ; 4.60]	70.85
1973	4.18	[3.32 ; 5.27]	76.08
1974	3.92	[3.19 ; 4.82]	74.49
1975	4.04	[3.28 ; 4.96]	75.25
1976	4.51	[3.75 ; 5.41]	77.83
1977	4.07	[3.45 ; 4.80]	75.43
1978	4.53	[3.87 ; 5.30]	77.92
1979	4.75	[4.02 ; 5.62]	78.95
1980	5.37	[4.57 ; 6.30]	81.38
1981	4.77	[4.05 ; 5.61]	79.04
1982	6.25	[5.07 ; 7.70]	84.00
1983	4.98	[4.16 ; 5.97]	79.92
1984	4.45	[3.83 ; 5.17]	77.53
1985	5.30	[4.53 ; 6.20]	81.13
1986	5.09	[4.31 ; 6.01]	80.35
1987	5.84	[4.94 ; 6.89]	82.88
1988	6.08	[5.15 ; 7.17]	83.55
1989	5.38	[4.41 ; 6.56]	81.41
1990	6.38	[5.15 ; 7.90]	84.33
1991	5.25	[4.11 ; 6.69]	80.95
1992	7.55	[5.79 ; 9.85]	86.75
1993	6.97	[5.08 ; 9.56]	85.65
1994	6.73	[4.73 ; 9.59]	85.14
1995	7.80	[5.42 ; 11.23]	87.18
1996	10.66	[6.66 ; 17.07]	90.62
1997	7.82	[4.93 ; 12.42]	87.21
1998	6.77	[3.79 ; 12.09]	85.23
1999	7.64	[2.42 ; 24.18]	86.91
2000	-	-	-
Non précisée	4.80	[4.03 ; 5.73]	79.17

Figure 2A : Rapport de cotes ajustés selon l'année du modèle du véhicule



ANNEXE 4

Analyse de l'effet de la ceinture de sécurité chez les enfants de 5 à 10 ans pour la période 1978-1999.

Les analyses suivantes ont été faites chez les enfants de 5 à 10 ans occupant un véhicule impliqué dans un accident avec au moins un blessé au Québec dans la période 1978-1999. Le Tableau 31A présente la distribution de l'état des occupants selon l'âge, la fonction et le port de la ceinture. Approximativement, les deux tiers des enfants de 5 à 10 ans étaient assis à l'arrière du véhicule lors des accidents. Quelques enfants (généralement moins de 1%) occupaient la fonction de conducteur!

Tableau 31A : État de l'occupant selon le port de la ceinture de sécurité, la fonction et l'âge de l'occupant pour la période 1978-1999. N=36 321

Âge et fonction de l'occupant et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
5 ans (N = 6 582)					
Conducteur N= 43 (0.65%)					
Oui	8	0	8	(18.60)	0
Non	19	1	20	(46.51)	5.00
Non précisé	14	1	15	(34.88)	6.67
Passager avant N= 2 034 (30.90%)					
Oui	1 309	6	1 315	(64.65)	0.46
Non	564	4	568	(27.93)	0.70
Non précisé	149	2	151	(7.42)	1.32
Passager arrière N= 4 388 (66.67%)					
Oui	1 778	9	1 787	(40.72)	0.50
Non	2 090	10	2 100	(47.86)	0.48
Non précisé	499	2	504	(11.42)	0.40
Non précisé N= 117 (1.78%)					
Oui	38	1	39	(33.33)	2.56
Non	30	0	30	(25.64)	0
Non précisé	47	1	48	(41.03)	2.08
6 ans (N = 6 079)					
Conducteur N= 45 (0.74%)					
Oui	11	0	11	(24.44)	0.00
Non	13	0	13	(28.89)	0.00
Non précisé	21	0	21	(46.67)	0.00
Passager avant N= 1 833 (30.15%)					
Oui	1 205	4	1 209	(65.96)	0.33
Non	497	6	503	(27.44)	1.19
Non précisé	118	3	121	(6.60)	2.48

Passager arrière					
N= 4 092 (67.31%)					
Oui	1 611	6	1 617	(39.52)	0.37
Non	1 978	19	1 997	(48.80)	0.95
Non précisé	478	0	478	(11.68)	0.00
Non précisé					
N= 109 (1.80%)					
Oui	39	0	39	(35.78)	0.00
Non	20	0	20	(18.35)	0.00
Non précisé	49	1	50	(45.87)	2.00
7 ans (N = 6 032)					
Conducteur					
N= 61 (1.01%)					
Oui	16	0	16	(26.33)	0.00
Non	10	0	10	(16.39)	0.00
Non précisé	35	0	35	(57.38)	0.00
Passager avant					
N= 1 820 (30.17%)					
Oui	1 238	6	1 244	(68.35)	0.48
Non	477	4	481	(26.43)	0.83
Non précisé	95	0	95	(5.22)	0.00
Passager arrière					
N= 4 066 (67.41%)					
Oui	1 566	5	1 571	(38.64)	0.32
Non	2 052	13	2 065	(50.79)	0.63
Non précisé	427	3	430	(10.58)	0.70
Non précisé					
N= 85 (1.41%)					
Oui	17	0	17	(20.00)	0.00
Non	14	0	14	(16.47)	0.00
Non précisé	51	3	54	(63.53)	5.56
8 ans (N = 5 829)					
Conducteur					
N= 44 (0.76%)					
Oui	10	0	10	(22.73)	0.00
Non	13	0	13	(29.55)	0.00
Non précisé	21	0	21	(47.73)	0.00
Passager avant					
N= 1 809 (31.03%)					
Oui	1 269	6	1 275	(70.48)	0.47
Non	434	4	438	(24.21)	0.91
Non précisé	96	0	96	(5.31)	0.00
Passager arrière					
N= 3 894 (66.80%)					
Oui					
Non	1 479	3	1 482	(38.06)	0.20
Non précisé	1 946	16	1 962	(50.39)	0.82
	449	1	450	(11.56)	0.22
Non précisé					
N= 82 (1.41%)					
Oui	27	0	27	(32.93)	0.00
Non	17	1	18	(21.95)	5.56
Non précisé	36	1	37	(45.12)	2.70

9 ans (N = 5 853)					
Conducteur					
N= 66 (1.13%)					
Oui	12	0	12	(18.18)	0.00
Non	21	0	21	(31.82)	0.00
Non précisé	33	0	33	(50.00)	0.00
Passager avant					
N= 1 909 (32.62%)					
Oui	1 375	6	1 381	(72.34)	0.43
Non	410	9	419	(21.95)	2.15
Non précisé	109	0	109	(5.71)	0.00
Passager arrière					
N= 3 800 (64.92%)					
Oui	1 394	10	1 404	(36.95)	0.71
Non	1 924	7	1 931	(50.82)	0.36
Non précisé	463	2	465	(12.24)	0.43
Non précisé					
N= 78 (1.33%)					
Oui	20	0	20	(25.64)	0.00
Non	15	1	16	(20.51)	6.25
Non précisé	39	3	42	(53.85)	7.14
10 ans (N = 5 946)					
Conducteur					
N= 62 (1.04%)					
Oui	18	0	18	(29.03)	0.00
Non	25	0	25	(40.32)	0.00
Non précisé	18	1	19	(30.65)	5.26
Passager avant					
N= 2 033 (34.19%)					
Oui	1 478	9	1 487	(73.14)	0.61
Non	441	0	441	(21.69)	0.00
Non précisé	104	1	105	(5.16)	0.95
Passager arrière					
N= 3 761 (63.25%)					
Oui	1 393	5	1 398	(37.17)	0.36
Non	1 863	14	1 877	(49.91)	0.75
Non précisé	482	4	486	(12.92)	0.82
Non précisé					
N= 90 (1.52%)					
Oui	28	1	29	(32.22)	3.45
Non	9	0	9	(10.00)	0.00
Non précisé	52	0	52	(57.78)	0.00

Le Tableau 32A présente les risques relatifs ajustés, selon l'âge de l'occupant. Ces risques relatifs pour les enfants de 5, 6, 7, 8, 9 et 10 ans varient entre 2,10 et 4,43. Il est à noter que l'effet de la ceinture chez ces enfants est du même ordre que pour les passagers arrières (RR= 2,39; voir Tableau 44, p. 68).

Tableau 32A : Estimation du risque relatif (rapport de cotes), ajusté, de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les occupants victimes d'accidents avec au moins un blessé entre 1978 et 1999, suivant l'âge de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 ans	2.45	[1.23 ; 4.87]	59.18
6 ans	4.43	[2.55 ; 7.70]	77.43
7 ans	2.72	[1.51 ; 4.89]	63.24
8 ans	3.45	[2.00 ; 5.95]	71.01
9 ans	2.89	[1.57 ; 5.33]	65.40
10 ans	2.10	[1.04 ; 4.23]	52.38

Analyse de l'effet de la ceinture de sécurité chez les enfants de 5 à 10 ans pour la période 1990-1999.

Les Tableaux 75A et 76A présentent les statistiques descriptives et les risques relatifs ajustés respectivement, pour les enfants de 5 à 10 ans victimes d'un accident dans la période plus récente de 1990-1999. Nous avons pris ici une période récente plus grande que dans le rapport qui était de 1994-1999, à cause des plus petits nombres d'occupants chez les enfants. Les risques relatifs sont plus élevés pour cette période plus récente, variant entre 2,38 et 8,10 (Tableau 76A). Notons également qu'il y a plus de variabilité dans le calcul de ces risques (les intervalles de confiance sont plus grands) à cause des très petits nombre de décès chez ces jeunes enfants.

Tableau 75A : État de l'occupant selon le port de la ceinture de sécurité, la fonction et l'âge de l'occupant pour la période 1990-1999. N= 10 287

Âge et fonction de l'occupant et Port de la ceinture	État de l'occupant				
	Non décédé	Décédé	Total	(%)	Taux de décès (%)
5 ans (N = 1 840)					
Conducteur N= 4 (0.22%)					
Oui	0	0	0	(0.00)	0.00
Non	4	0	4		0.00
Non précisé	0	0	0	(100.00) (0.00)	0.00
Passager avant N= 620 (33.70%)					
Oui	555	4	559	(90.16)	0.72
Non	46	2	48	(7.74)	4.17
Non précisé	13	0	13	(2.10)	0.00
Passager arrière N= 1 171 (63.64%)	1 024	5	1 029	(87.87)	0.49
Oui	107	1	108	(9.22)	0.93
Non	32	2	34	(2.90)	5.88
Non précisé					
Non précisé N= 45 (2.44%)					
Oui	24	1	25	(55.56)	4.00
Non	2	0	2	(4.44)	0.00
Non précisé	17	1	18	(40.00)	5.56
6 ans (N = 1 704)					
Conducteur N= 2 (0.12%)					
Oui	1	0	1	(50.00)	0.00
Non	0	0	0	(0.00)	0.00
Non précisé	1	0	1	(50.00)	0.00
Passager avant N= 558 (32.75%)					
Oui	493	3	496	(88.89)	0.60
Non	44	2	46	(8.24)	4.35
Non précisé	15	1	16	(2.87)	6.25

Passager arrière N= 1 098 (64.43%)	950	5	955	(86.98)	0.52
Oui	117	4	121	(11.02)	3.31
Non	22	0	22	(2.00)	0.00
Non précisé					
Non précisé N= 46 (2.70%)					
Oui	28	0	28	(60.87)	0.00
Non	2	0	2	(4.35)	0.00
Non précisé	16	0	16	(34.78)	0.00
7 ans (N = 1 723)					
Conducteur N= 1 (0.06%)					
Oui	0	0	0	(0.00)	0.00
Non	1	0	1		0.00
Non précisé	0	0	0	(100.00) (0.00)	0.00
Passager avant N= 551 (31.98%)					
Oui	480	5	485	(88.02)	1.03
Non	58	0	58	(10.53)	0.00
Non précisé	8	0	8	(1.45)	0.00
Passager arrière N= 1 135 (65.87%)	970	3	973	(85.73)	0.31
Oui	122	4	126	(11.10)	3.17
Non	36	0	36	(3.17)	0.00
Non précisé					
Non précisé N= 36 (2.09%)					
Oui	14	0	14	(38.89)	0.00
Non	2	0	2	(5.56)	0.00
Non précisé	20	0	20	(55.56)	0.00

8 ans (N = 1 657)					
Conducteur N= 1 (0.06%)					
Oui	0	0	0	(0.00)	0.00
Non	1	0	1		0.00
Non précisé	0	0	0	(100.00) (0.00)	0.00
Passager avant N= 546 (32.95%)					
Oui	493	3	496	(90.84)	0.60
Non	42	1	43	(7.88)	2.33
Non précisé	7	0	7	(1.28)	0.00
Passager arrière N= 1 074 (64.82%)					
Oui	918	2	920	(85.66)	0.22
Non	112	2	114	(10.61)	1.75
Non précisé	40	0	40	(3.72)	0.00
Non précisé N= 36 (2.17%)					
Oui	20	0	20	(55.56)	0.00
Non	5	0	5	(13.89)	0.00
Non précisé	11	0	11	(30.56)	0.00
9 ans (N = 1 653)					
Conducteur N= 5 (0.30%)					
Oui	0	0	0	(0.00)	0.00
Non	3	0	3	(60.00)	0.00
Non précisé	2	0	2	(40.00)	0.00
Passager avant N= 584 (35.33%)					
Oui	521	5	526	(90.07)	0.95
Non	47	4	51	(8.73)	7.84
Non précisé	7	0	7	(1.20)	0.00

Passager arrière N= 1 030 (62.31%)	875	9	884	(85.83)	1.02
Oui	107	2	109	(10.58)	1.83
Non	36	1	37	(3.59)	2.70
Non précisé					
Non précisé N= 34 (2.06%)					
Oui	16	0	16	(47.06)	0.00
Non	3	0	3	(8.82)	0.00
Non précisé	15	0	15	(44.12)	0.00
10 ans (N = 1 710)					
Conducteur N= 1 (0.06%)					
Oui	0	0	0	(0.00)	0.00
Non	1	0	1		0.00
Non précisé	0	0	0	(100.00) (0.00)	0.00
Passager avant N= 605 (35.38%)					
Oui	541	5	546	(90.25)	0.92
Non	42	0	42	(6.94)	0.00
Non précisé	16	1	17	(2.81)	5.88
Passager arrière N= 1 070 (62.57%)	916	5	921	(86.07)	0.54
Oui	116	4	120	(11.21)	3.33
Non	29	0	29	(2.71)	0.00
Non précisé					
Non précisé N= 34 (1.99%)					
Oui	16	1	17	(50.00)	5.88
Non	2	0	2	(5.88)	0.00
Non précisé	15	0	15	(44.12)	0.00

Tableau 76A : Estimation du risque relatif (rapport de cotes), ajusté, de décéder associé au non port de la ceinture de sécurité pour les jeunes occupants victimes d'un accident avec au moins un blessé au Québec entre 1990 et 1999, suivant l'âge de l'occupant.

Variable explicative	Risque Relatif	IC 95%	Indice d'efficacité (%)
Âge de l'occupant			
5 ans	2.74	[0.74 ; 10.07]	63.50
6 ans	6.51	[2.44 ; 17.38]	84.64
7 ans	3.87	[1.30 ; 11.58]	74.16
8 ans	2.38	[0.67 ; 8.52]	57.98
9 ans	8.10	[3.09 ; 21.25]	87.65
10 ans	2.87	[0.88 ; 9.43]	65.16

7. RÉFÉRENCES

AGRAN, P. F., CASTILLO, D. N., and WINN, D. G., Comparison of Motor Vehicle Occupant Injuries in Restrained and Unrestrained 4- to 14-Year-olds, Accid. Anal. And Prev., Vol. 24, pp.349-355, 1992.

ALLEN, M. J., BARNES, M. R. and BODIWALA, G. G., The Effect of Seat Belt Legislation on Injuries Sustained by Car Occupants; *Injury*, Vol.16, pp.471-476, Jul. 1985.

BELLAVANCE F., PLATT R., Meta-analysis of a multinomial outcome using a linear mixed effects model. Rapport de recherche G-2000-50, Groupe d'Études et de Recherche en Analyse des Décisions, Université de Montréal, 2000.

CAMPBELL, B. J., Safety Belt Injury Reduction Related to Crash Severity and Front Seated Position, *Journal of Trauma*, Vol. 27, pp. 733-739, 1987.

CHRISTIAN, M. S. and BULLIMORE, D. W., Reduction in Accident Injury Severity in Rear Seat Passengers using Restraints, *Injury*, Vol. 20, pp.262-264, Sep.1989.

COOPER H, HEDGES LV. The handbook of research synthesis. Russell Dage Foundation, New York, 1994.

COOPER, P. J., Estimating Overinvolvement of Seat Belt NonWearers in Crashes and the Effect of Lap/Shoulder Restraint Use on Different Crash Severity Consequences, 1994.

COOPER, W. E. and SALZBERG, P., Safety Restraint Usage in Fatal Motor Vehicle Crashes, Accid. Anal. And Prev., Vol. 25, pp.67-75, 1993.

EVANS, L., The Effectiveness of Safety Belts in Preventing Fatalities, *Accid. Anal. And Prev.*, Vol. 18, pp.229-241, 1986.

EVANS, L., Rear Seat Restraint System Effectiveness in Preventing Fatalities, *Accid. Anal. And Prev.*, Vol. 20, pp.129-136, 1988.

EVANS, L., Safety Belt Effectiveness: The Influence of Crash Severity and Selective Recruitment, *Accid. Anal. and prev.*, Vol. 28, p423-433., 1996.

GAUDRY M., DRAG, Un modèle de la demande routière, des accidents et de leur gravité, appliqué au Québec de 1956 à 1982, *Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal*, septembre 1984.

GAUDRY M., FOURNIER F. et SIMARD R., DRAG-2, Un modèle économétrique appliqué au kilométrage, aux accidents et de leur gravité au Québec -Partie 1- Estimation et analyse du kilométrage et des victimes d'accidents de la route au Québec entre 1957 à 1989, *Direction des études et analyses, SAAQ,* octobre 1993.

GREEN, R. N., GERMAN, A., NOWAK, E. S., DALMOTAS, D., and STEWART, D. E., Fatal Injuries to Restrained Passenger Car Occupants in Canada: Crash Modes and Kinematics of Injury, Accid. Anal. And Prev., Vol. 26, pp.207-214, 1994.

HUELKE, D.F. et al., The Effectiveness of Belt Systems in Frontal and Rollover Crashes, Warrendale, Society of Automotive Engineers Inc., *International Automotive Engineering Congress and Exposition.* Cobo Hall, Detroit, Feb.28- March 4, 1977.

LABERGE-NADEAU C, MAAG, U., BOURBEAU, R., DESJARDINS, D., La ceinture de sécurité : efficacité, analyse des lésions corporelles et comparaison de modèles de ceintures. Université de Montréal, *Centre de recherche sur les transports,* Publication #599, oct 1988.

LABERGE-NADEAU C, GAUVIN S, BEAUCAIRE C, ST-PIERRE M-H. L'efficacité de la ceinture de sécurité : examen critique de la documentation. Université de Montréal, *Centre de recherche sur les transports,* Publication #453, mars 1986.

LABERGE-NADEAU, C., SAINT-PIERRE, M.-H., MAAG, U., BOURBEAU, R., BEAUCAIRE, C., L'efficacité de la ceinture de sécurité, colloque "direction de la recherche en sécurité routière" organisé par *l'A.Q.T.R., le C.R.T., et le C.D.T.*, Montréal, 6 Juin 1986.

MACKERSIE, R. C., DAVIS, J. W., HOYT, D. B., HOLBROOK, T., SHACKFORD, S. R., High-Risk Behavior and the Public Burden for Funding the Costs of Acute Injury, *Arch Surgery*, Vol. 130, pp. 844-851, 1995.

MAGHSOODLOO, S., BROWN, D. B., and SHIEH, Y.-I., A Quantification of the Impact of Restraining Systems on Passenger Safety, *Journal of Safety Research*, Vol. 20, pp. 115-128, 1989.

MAIO, R. F., GREEN, P. E., BECKER, M. P., BURNEY, R. E., and COMPTON, C., Rural Motor Vehicle Crash Mortality: The Role of crash Severity and Medical Resources, Accid. Anal. And Prev., Vol. 24, pp.631-642, 1992.

MALLIARIS, A. C., DEBLOIS, J.H. and DIGGES, K.H., Light Vehicle Occupant Ejections- A comprehensive Investigation, *Accid. Anal. And Prev.*, Vol. 28, pp.1-14, 1996.

MARINE, W. M., KERWIN, E. M., MOORE, E. E., LEZOTTE, D. C., BARON, A. E., and GROSSO, M. A., Mandatory Seatbelts: Epidemiologic, Financial, and Medical Rationale from the Colorado Matched Pairs Study, *Journal of Trauma*, Vol. 36, pp. 96-100, 1994.

McGEE, D. L. and RHODES, P., Estimating Trends in the Effectiveness of Seat Belts in Saving Lives, 1975-1985; *Statistics in Medicine*, Vol. 8, pp. 379-385, Mar. 1989.

MILLER, T. R., LESTINA, D. C. and SPICER, R. S., Highway Crash Costs in the United States by Driver Age, Blood Alcohol Level, Victim Age, and Restraint Use, Accid. Anal. And Prev., Vol. 30, pp.137-150, 1998.

NELSON, D. E., PETERSON, T. D., CHORBA, T. L., DEVINE, O. J., and SACKS, J. J., Cost Savings Associated with Increased Safety Belt Use in Iowa, 1987-1988, Accid. Anal. And Prev., Vol. 25, pp.521-528, 1993.

OSBERG, J. S. and SCALA, C. D. Morbidity among Pediatric Motor Vehicle Crash Victims: The Effectiveness of Seat Belts, *American Journal of Public Health*, Vol. 82, pp. 422-425, 1992.

PETRIDOU, E., SKALKIDOU, A., IOANNOU, N., TRICHOPOULOS, D., and the HELLENIC ROAD TRAFFIC POLICE, Fatalities from Non-Use of Seat Belts and Helmets in Greece: A Nationwide Appraisal, Accid. Anal. And Prev., Vol. 30, pp.87-91, 1998.

RUTLEDGE, R., LALOR, A., OLLER, D., HANSEN, A., THOMASON, M., MEREDITH, W., FOIL, M. B. and BAKER, C., The Cost of Not Wearing Seat Belts: A Comparison of Outcome in 3396 Patients, *Annals of Surgery*, Vol. 217, pp.122-7, Feb. 1993.

SAAQ : Bilans statistiques et fichier d'immatriculation.1979-1999.

SHIBATA A., and FUKUDA, K., Risk Factors of Fatality in Motor Vehicle Traffic Accidents, *Accid. Anal. And Prev.*, Vol. 26, pp.391-397, 1994.

STRAM DO. Meta-analysis of published data using a linear mixed-effects model. Biometrics, 52, 536-544, 1996.

THOMAS, C. , FAVERJON, G. , HENRY, C., TARRIÈRE, C., GOT, C., PATEL, A., Comparative Study of 1624 Belted and 3242 Non-belted Occupants: Results on the Effectiveness of Seat Belts, *American Association for Automotive Medicine PROCEEDINGS*, pp. 422-436, October 7-9, 1980.

TRANSPORT CANADA: Enquêtes sur le taux de port de la ceinture de sécurité.1979-1999.

VÉZINA L., SICARD C. et DUSSAULT C., Profil des non-porteurs de la ceinture de sécurité au Québec, *Comptes-rendus de la 9e conférence canadienne multidisciplinaire sur la sécurité routière; 28-31 mai*, 1995; Montréal, Québec.

ZHANG, J., LINDSAY, J., CLARKE, K., ROBBINS, G., MAO Y., Factors Affecting the Severity of Motor Vehicle Traffic Crashes Involving Elderly Drivers in Ontario, *Accid. Anal. And Prev.*, Vol. 32, pp.117-125, 2000.